26-10
P. 1492

INRA

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES

ET VETERINAIRES DE THEIX

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
1976

BULLETIN TECHNIQUE N°25

(TRIMESTRIEL)

BTT-26

SEPTEMBRE 1976

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES

ET VETERINAIRES DE THEIX

BULLETIN TECHNIQUE N°25

C.R.Z.V. de Theix
63 110 - BEAUMONT
Tél. (73) 92-42-63

Editions S.E.I.
C.N.R.A. VERSAILLES

SEPTEMBRE 1976

SOMMAIRE

Page

J.P. BARLET - HYPOCALCEMIE VITULAIRE ET DERIVES DE LA VITAMINE D3 5

A. HODEN, L. HUGUET, A. MOURGUET, M. JOURNET, J.L. TROCCON - UTILISATION COMPARATIVE DURANT 5 ANNEES DE L'ENSILAGE DE MAÏS ET DES GRAMINEES DESHYDRATEES PAR LES VACHES LAITIERES 9

J.P. DULPHY, J.P. ANDRIEU - UTILISATION PAR LES VACHES LAITIERES DES ENSILAGES D'HERBE ENRICHIS EN PULPES DE BETTERAVES DESHYDRATEES 25

J.P. DULPHY, J.P. ANDRIEU - BILAN DE CONSERVATION DES ENSILAGES D'HERBE 33

Simone PERIGAUD - COMPLEMENTATION EN OLIGOELEMENTS DES RUMINANTS A PARTIR DES FOURRAGES ENRICHIS SUR PIED
I - L'enrichissement des fourrages 35

M. LAMAND - COMPLEMENTATION EN OLIGOELEMENTS DES RUMINANTS A PARTIR DES FOURRAGES ENRICHIS SUR PIED
II - Digestibilité des éléments apportés 45

J.L. TROCCON, R. GIOVANNI - SUPPRESSION DE L'ALLAITEMENT DU DIMANCHE AUX VEAUX D'ELEVAGE 51

M. BROCHART - POSSIBILITES ET LIMITES DE L'ANALYSE BIOCHIMIQUE SANGUINE 59

J. ANDRIEU, C. BERANGER, C. DEMARQUILLY, J.P. DULPHY, Y. GEAY, A. HODEN, R. JARRIGE, M. JOURNET, G. LIENARD, M. PETIT, B. REMOND, M. THERIEZ, P. THIVEND et J. LEGENDRE - ALIMENTATION DES RUMINANTS EN PERIODE DE PENURIE FOURRAGERE 65

ARTICLES SCIENTIFIQUES DES CHERCHEURS DU CENTRE - 1975 91

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A., 1976 (25) 5-7.

HYPOCALCEMIE VITULAIRE ET DERIVES DE LA VITAMINE D3

J.P. BARLET

Station de Physiopathologie de la Nutrition

Depuis longtemps, divers auteurs ont proposé d'utiliser la vitamine D dans la prophylaxie de l'hypocalcémie vitulaire de la vache laitière. Cependant, cette utilisation s'est heurtée à un obstacle difficile à surmonter, car le succès de cette prophylaxie impliquait de pratiquer l'injection vitaminique 72 à 48 h avant le vêlage. En cas d'injection effectuée trop tôt avant celui-ci, il fallait alors renouveler le traitement en temps opportun ! Cette pratique n'était pas sans danger, car l'injection répétée de doses massives de vitamine D prévient l'hypocalcémie vitulaire mais, très souvent, induit des calcifications au niveau de l'aorte, du coeur et des reins, calcifications parfois suffisantes pour entrainer la mort de l'animal. Pratiquement, il fallait donc essayer de trouver une substance douée des mêmes propriétés que la vitamine D, mais capable d'agir plus rapidement.

Or, depuis une dizaine d'années, les connaissances concernant le métabolisme et le mode d'action de la vitamine D ont beaucoup progressé. Les travaux réalisés aux USA et en Angleterre ont montré qu'avant d'agir au niveau des organes cibles (intestin et os), la vitamine D3 doit subir 2 hydroxylations successives. Celles-ci ont lieu successivement au niveau du tissu hépatique, pour donner naissance au 25-hydroxycholecalciferol (25-OHCC), et au niveau du rein où est synthétisé le 1,25-dihydroxycholecalciferol (1,25-diOHCC). Ce dernier est en fait le métabolite biologiquement actif de la vitamine D3. Il stimule rapidement et intensément l'absorption calcique intestinale et le métabolisme osseux. La synthèse rénale de ce 1,25-diOHCC, actuellement considérée comme une véritable hormone stéroïde régulatrice de la calcémie, est réglée par un mécanisme de feed-back complexe, faisant intervenir la calcémie, la phosphatémie et l'hormone parathyroïdienne. La synthèse chimique de ce métabolite est très difficile et très coûteuse. Aussi, son utilisation en médecine vétérinaire n'est pas envisageable actuellement. Cependant, divers dérivés du 1,25-diOHCC peuvent être synthétisés beaucoup plus facilement. C'est le cas notamment du 5,6-trans-25-hydroxycholecalciferol (5,6 trans-25-OHCC) (Fig. 1) qui, bien que dépourvu d'effets osseux, stimule intensément l'absorption calcique intestinale. C'est le cas également du 1α-hydroxycholecalciferol (1α-OHCC) (Fig. 1), dont les effets au niveau de l'os et du tube digestif sont, chez le rat et chez l'homme, aussi rapides et intenses que ceux du 1,25-diOHCC.

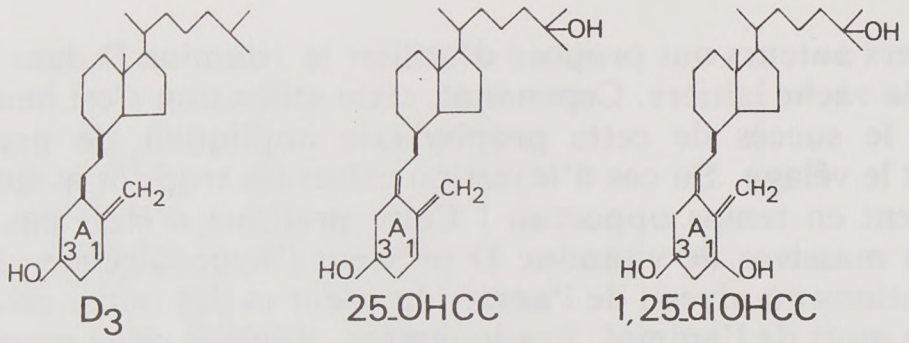
Ainsi, le 5,6-trans-25-OHCC et le 1α-OHCC paraissant agir beaucoup plus rapidement que la vitamine D3 (6 h au lieu de 48 h), au cours de deux expériences successives, nous avons étudié l'influence de ces dérivés synthétiques sur l'hypocalcémie et l'hypophosphatémie observées chez la vache parturiente.

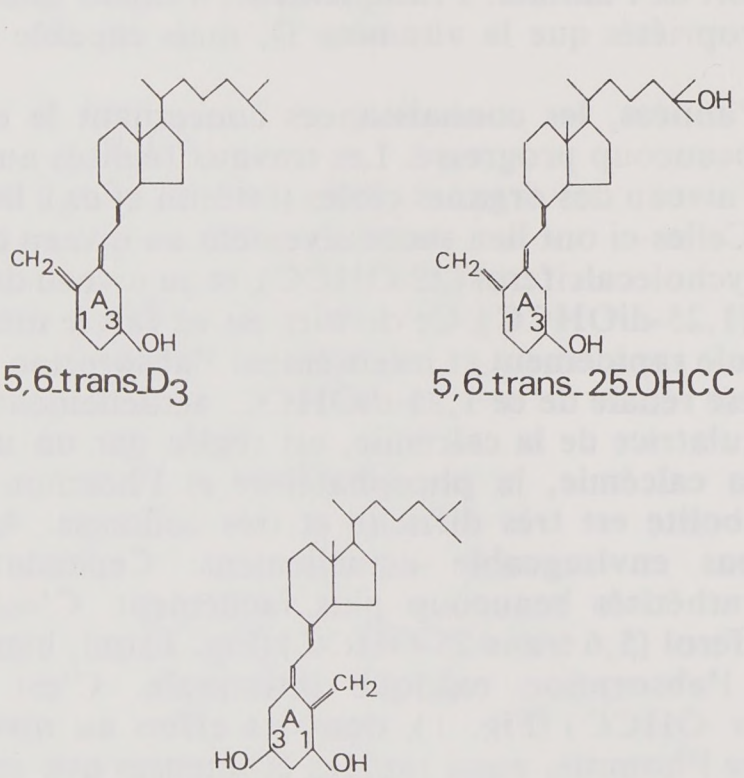
PROPHYLAXIE ET THERAPEUTIQUE DE L'HYPOCALCEMIE VITULAIRE PAR LE 5,6-TRANS-25 OHCC

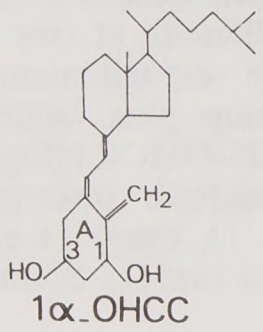
Nous avons utilisé 27 vaches de race Holstein ou Frisonne, à haut potentiel laitier, en 3° lactation ou au-delà, d'un poids moyen de 650 kg. Chez les 16 animaux, choisis au hasard, ayant reçu dès la fin de la parturition une injection intraveineuse de 10 mg de 5,6-trans-25 OHCC, la baisse de la calcémie et de la phosphatémie dans les heures suivantes a été très significativement inférieure à celle observée chez les 11 animaux témoins. En outre, chez les traités, le nombre de cas cliniques d'hypocalcémie vitulaire (2/16) est très significativement inférieur à celui observé chez les témoins (9/11).

Figure 1

Structure de quelques métabolites et
dérivés de la vitamine D3







Par ailleurs, l'administration intraveineuse de 20 mg de 5,6-trans-25 OHCC, effectuée dans les 30 mn suivant la fin de la perfusion calcique administrée à 2 vaches Frisonnes atteintes d'hypocalcémie vitulaire a évité toute récidive, et la calcémie de ces 2 animaux s'est maintenue à un niveau normal.

Deux témoins, ayant reçu la même perfusion calcique seule, ont présenté chacun une récidive dans les 24 h suivant la fin de cette perfusion.

PROPHYLAXIE DE L'HYPOCALCEMIE VITULAIRE PAR LE 1α-OHCC

Vingt deux vaches de race Holstein ou Frisonne (n = 19) ou jersiaise (n = 3), en 3° lactation et au-delà, ont reçu par voie intramusculaire ou intraveineuse 1 (ou 1,5) µg/kg de poids vif de 1α-OHCC dès la fin de la parturition. Cette dose a été suffisante pour inhiber le développement de toute hypocalcémie ou hypophosphatémie.

En outre, aucun cas clinique d'hypocalcémie vitulaire n'a été observé chez les 22 animaux traités, alors que 5 des 15 témoins ont présenté des symptômes d'hypocalcémie, qui ont été confirmés par le dosage de la calcémie et de la phosphatémie.

CONSEQUENCES PRATIQUES

Aux doses utilisées, chez nos animaux, nous n'avons observé aucun symptôme de toxicité, ni avec le 1α-OHCC (BARLET, 1975), ni avec le 5,6-trans-25 OHCC (BARLET, 1976). Ces dérivés des métabolites de la vitamine D3 paraissent donc doués de propriétés prophylactiques intéressantes à l'encontre de l'hypocalcémie vitulaire.

Le délai d'action relativement court (6 h environ) de ces dérivés synthétiques, comparativement à celui de la vitamine D3 (48 à 72 h) évite ainsi toute prédiction, toujours hasardeuse, concernant la date exacte du vêlage. Ils permettent ainsi de supprimer les injections répétées et nuisibles, de doses massives de vitamine D.

Actuellement, une expérimentation portant sur plus de 100 animaux ayant présenté le syndrome vitulaire à la mise-bas précédente, est en cours de réalisation sur le terrain, afin de tester l'efficacité du 1α-OHCC. Ce travail, réalisé en collaboration avec les laboratoires LEO et des vétérinaires praticiens, est effectué en vue de la commercialisation ultérieure du 1α-OHCC en France.

REMERCIEMENTS

M. JOURNET et B. MARQUIS (Laboratoire de la Production Laitière, à Theix) ont mis à notre disposition les animaux de race Holstein ou Frisonne utilisés dans cette expérimentation. Le 5,6 trans-25 OHCC a été fourni par le Dr GRANDADAN (ROUSSEL - UCLAF, Romainville), le 1α-OHCC par le Dr LE BOSSE (LEO FRANCE, Vernouillet).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

*BARLET J.P. 1975. C.R. Acad. Sc. Paris, **281 D**, 1497-1500*

*BARLET J.P. 1976. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., **16**, (5) (sous presse).*

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A., 1976 (25) 9-24.

UTILISATION COMPARATIVE DURANT 5 ANNEES DE L'ENSILAGE DE MAÏS ET DES GRAMINEES DESHYDRATEES PAR LES VACHES LAITIERES

A. HODEN, L. HUGUET**, A. MOURGUET**, M. JOURNET*, J.L. TROCCON**

*Laboratoire de la production laitière

** Station d'amélioration des plantes fourragères - Lusignan 86 600

Vers les années 1965, il existait deux moyens nouveaux pour maîtriser la récolte et la conservation des fourrages et améliorer le niveau des rations de base. 1 °/ l'ensilage du maïs qui a connu depuis un développement spectaculaire en France pour diverses raisons (variétés hybrides à rendements élevés, mécanisation possible du semis à l'utilisation, conservation facile) ; 2 °/ la déshydratation et le conditionnement des fourrages qui permet principalement de récolter et de conserver ceux-ci avec le minimum de pertes. Ces deux types de productions végétales pouvaient convenir respectivement pour les zones de grande culture et les régions herbagères. C'est la raison pour laquelle il nous a paru intéressant de comparer leur utilisation par les vaches laitières en mettant en place en 1969 une expérimentation pour une durée de 5 ans. Il nous apparaissait en particulier important de mesurer les effets à long terme de ces deux régimes sur la production par animal et par hectare, la reproduction et l'état sanitaire des animaux. Ces résultats viendraient ainsi compléter ceux obtenus par ailleurs en particulier au C.R.Z.V. de Theix (JOURNET et HODEN, 1973) dans des essais à caractère plus analytique et à court terme. Seule, à notre connaissance en France, une étude sur plusieurs années avec des fourrages déshydratés a été réalisée par l'I.T.E.B. et l'I.T.C.F. à Languidic (1974).

Cette étude a été réalisée au domaine INRA des ''Verrines'' à Lusignan où le climat et le sol permettent de produire aussi aisément du maïs que des graminées prairiales avec de bons rendements dans les deux cas. Cette expérimentation a été conçue et conduite par le Laboratoire d'Etudes de la production et de l'utilisation des fourrages de la Station d'Amélioration des Plantes Fourragères à Lusignan (86), en liaison avec le Laboratoire de la production laitière du C.R.Z.V. à Theix (63).

Les 3 premières années (1969 à 1971), les fourrages déshydratés ont été présentés sous forme comprimée (agglomération du fourrage dans une presse à piston, sans broyage préalable) qui permet une rumination plus normale. Les 2 dernières années (1972 et 1973), les fourrages ont été compactés (agglomération dans une presse à filières, sans broyage préalable) afin de voir s'ils ne permettraient pas un niveau d'ingestion plus élevé, sans anomalie du comportement alimentaire.

Les résultats des 3 premières années ont déjà été présentés (HUGUET et al, 1972 et 1975) et le présent article a pour but de rapporter les résultats globaux de l'ensemble de l'expérimentation.

PRODUCTIONS FOURRAGERES

Le domaine INRA de la Station d'Amélioration des Plantes Fourragères de Lusignan est situé dans la zone des ''Terres Rouges à Chataigners'', les sols sont profonds, voisins de la neutralité et de bonne fertilité.

Sur le plan climatique, l'influence océanique est dominante. La pluviométrie moyenne de 1968 à 1973 a été de 772 mm/an, mais l'essentiel des précipitations a lieu en automne et en hiver, le déficit hydrique estival est souvent marqué.

1) Caractéristiques et rendements.

Les fourrages utilisés dans cette étude provenaient de 2 systèmes de production couvrant chacun une surface de 30 ha. Les cultures réparties sur 10 parcelles de 3 ha étaient les suivantes :

- Système de production dit de ''grande culture'' : luzerne 3 ans, maïs, blé, orge, Ray Grass d'Italie de 6 mois semé en fin d'été et suivi de maïs.

- Système de production dit de ''zone herbagère'' : prairies temporaires de 4 ans (75 % de graminées perennes dactyle et fétuque élevé, 25 % de luzerne) blé, orge, prairie temporaire de 2 ans (Ray Grass d'Italie).

Les cultures fourragères ont été semées en sol nu soit à l'automne (graminées) soit au printemps (luzerne) et les meilleures techniques culturales possibles ont été appliquées de façon à obtenir des rendements élevés (plan de fertilisation : N + 300 à 400 U/ha, P-K + 120 à 160 U/ha).

En moyenne sur les 5 années, la production de matière sèche (M.S.) à l'ha (pesée de toutes les quantités récoltées) a été de 12 à 14 tonnes pour les graminées et la luzerne et de 12,7 tonnes pour le maïs plante-entière. La quantité récoltée est surtout fonction de la température des mois d'avril et mai et de la pluviométrie des mois de juin à septembre (tableau I).

2) Conservation et conditionnement.

Les maïs plante-entière récoltés au stade vitreux à une teneur moyenne en matière sèche de 34 % avec une ensileuse à tambour hacheur ont été ensilés soit en silos tours non hermétiques de 150 m3, soit en silos couloirs étanches de 120 m3. A la récolte, 10 kg d'un mélange solide contenant 50 % d'urée (46 % d'N) et 50 % de minéraux (P, Ca, oligo-éléments...) a été incorporé. Quel que soit le type de silo l'ensilage de maïs a été bien conservé (pH de 3,8 à 4,1).

Les graminées et la luzerne ont été exploitées au 1er cycle de végétation à un stade voisin du début de l'épiaison pour les graminées et au bourgeonnement pour les luzernes ; les repousses ont été récoltées environ toutes les 6 semaines. Ces prairies ont été coupées à la faucheuse conditionneuse puis l'andain a été repris immédiatement ou après un léger préfanage par une ensileuse équipée d'un pick up et d'un tambour hacheur (brins de 2 à 5 cm de longueur). Les fourrages ont ensuite été déshydratés dans un séchoir fonctionnant à basse température et ayant une capacité d'évaporation horaire de 1000 kg d'eau. L'agglomération a été réalisée sans broyage préalable dans une presse à piston les 3 premières années (fourrages comprimés en bouchons de 50 mm de diamètre) et dans une presse à filières les 2 dernières années (fourrages compactés en bouchons de 10 mm de diamètre).

La presse à filières a permis d'une part de fabriquer des bouchons beaucoup moins friables et d'autre part de réduire la taille des particules dans les agglomérés. Pour ces 2 caractéristiques, les graminées ont été davantage affectées que la luzerne (tableau II).

3) Composition chimique et valeur alimentaire.

Chaque année, les différents lots de fourrages ont été analysés avant et après conservation pour déterminer leurs teneurs en cendres, en cellulose brute et en matières azotées (N × 6,25). La valeur énergétique des fourrages verts a été estimée à partir de la digestibilité de la matière organique mesurée sur moutons (1969 à 1971) ou à partir des stades de récolte (1972 et 1973) avec les tableaux de la valeur alimentaire des Fourrages de DEMARQUILLY et WEISS (1971).

Pour les 5 années, la valeur nutritive moyenne par kg de M.S. des fourrages verts a été de

Tableau I

Caractéristiques climatiques et production annuelle des différents fourrages

CONDITIONS CLIMATIQUES	1969	1970	1971	1972	1973	Moyenne
Printemps : températures cumulées d'Avril et Mai en degrés (1)	700	660	770	640	660	686
Quantité : Pluviométrie cumulée de Juin à Septembre en mm	390	233	300	139	243	251
Production annuelle (Tonnes MS/ha) :						
Ray Grass d'Italie	15,5	12,5	14,5	12,0	13,0	13,5
Dactyle	14,0	12,0	13,5	11,8	12,5	12,8
Fétuque élevée	16,5	13,0	14,5	12,5	13,5	14,0
Luzerne (2)	13,5	11,0	12,5	11,0	12,0	12,0
Maïs	14,0	12,0	13,0	11,5	13,0	12,7
Moyenne	14,7	12,1	13,6	11,8	12,8	

(1) *à partir des moyennes journalières* $\frac{minima + maxima}{2}$

(2) *Pour la luzerne le rendement moyen inclut l'année d'installation et deux années d'exploitation.*

Tableau II

Caractéristiques physiques des agglomérés

	Friabilité (% de fines)		Granulométrie			
	Comprimé	Compacté	Comprimé		Compacté	
			Taille moyenne des particules en mm	% des particules > à 1,25 mm	Taille moyenne des particules en mm	% des particules > à 1,25 mm
Luzerne	37,9	12,7	1,17	39,6	0,95	31,0
Graminées	78,4	17,0	1,38	43,9	0,85	20,4

Tableau III

Principales conditions expérimentales

Forme de conditionnement des fourrages déshydratés			Comprimée			Compactée	
Régimes	Nombre de vaches/an	Caractéristiques des régimes et animaux	1969	1970	1971	1972	1973
"MAIS"	12	Ensilage de maïs enrichi en urée et minéraux.	à volonté	à volonté	à volonté	à volonté	à volonté
		Luzerne déshydratée - kg /j.	5 à 6	4 à 5	1	1	1
		Date moyenne du vêlage	14 Février	26 Janvier	11 Février	1 Février	27 Janvier
		Numéro lactation moyen	3,4	3,3	2,7	3,3	2,3
"DESHYDRATE"	12	Graminées déshydratées	à volonté	à volonté	à volonté	à volonté	à volonté
		Luzerne déshydratée - kg /j.	6 à 7	5 à 6	3 à 4	4	4
		Date moyenne du vêlage	18 Février	4 Février	14 Février	10 Février	7 Février
		Numéro lactation moyen	3,8	3,3	2,4	2,7	2,6

0,70 U.F. et 100 g de M.A.D. pour les graminées, 0,63 U.F. et 125 g de M.A.D. pour la luzerne et 0,77 U.F. et 45 g de M.A.D. pour le maïs.

UTILISATION PAR LES VACHES LAITIERES

I - CONDITIONS EXPERIMENTALES (tableau III)

A) Régimes et conduite des troupeaux

Les régimes ''maïs'' (ensilage de maïs + luzerne déshydratée) et ''déshydraté'' (graminées + luzerne) ont été offerts à 2 lots de vaches comparables de race Pie-Noire. Chaque année, des animaux ont été éliminés pour des raisons sanitaires ou expérimentales (vêlage après le 15 mars) et ils ont été remplacés de façon à toujours disposer de 12 vaches par an (dont 25 % environ de primipares) pour chacun des régimes.

Les 2 lots ont été maintenus en stabulation libre sur paille, mais d'Avril à Octobre les vaches avaient accès à une aire de parcours pendant environ deux heures par jour. Chaque jour, l'ensilage de maïs-urée-minéraux (11,5 p.100 de M.A.T. - 80 g de M.A.D. par kg de M.S.) et les graminées déshydratées ont été distribués au cornadis à 15 heures et les quantités refusées ont été pesées le lendemain matin à 8 heures avant la distribution de luzerne déshydratée. Par ailleurs, 150 g par vache d'un complément minéral de type 10 (P) - 10 (Ca) ont été ajoutés chaque jour à l'ensilage de maïs (en plus des minéraux incorporés à la récolte) ou aux graminées déshydratées au moment de la distribution. L'aliment concentré (0,95 U.F. et 150 g de M.A.D. par kg) a été distribué en salle de traite à 7 h et 16 h 30 à raison de 1 kg pour 2,5 kg de lait produits au-dessus d'un niveau de production laitière de 14 kg pour les multipares et de 12 kg pour les primipares. Les vaches laitières ont été maintenues sur ces rations toute l'année mais les fourrages ont été distribués en quantités limitées pendant la période de tarissement.

Chaque année, une période dite expérimentale d'environ 7 mois (avril à octobre), débutant vers la 6ème semaine de la lactation pour les 2 lots, a été divisée en 4 séquences en 1969 et en 7 séquences de 1970 à 1973. A chacune d'entre elles, d'une durée minimum de 4 semaines, une graminée d'espèce et de cycle de végétation bien déterminés a été distribuée. Ainsi, sur les 5 années, au cours des 32 séquences, il a été distribué 11 ray-grass d'Italie Tétrone et Fat (''comprimés'') et Tiara (''compactés''), 11 fétuques élevées Manade et 10 Dactyles Daprime. La répartition entre les 1er cycles (n = 15) et les autres cycles (n = 17) est sensiblement identique à l'intérieur de chacune des espèces (voir tableau VI). Chaque année, la graminée distribuée au cours de la première séquence avait été récoltée l'année précédente.

B) Mesures et méthodes d'interprétation des résultats

Les quantités ingérées (kg M.S.) des fourrages ont été mesurées chaque jour pour chaque lot à partir de la pesée des quantités offertes et refusées et de la détermination une fois par semaine de la teneur en matière sèche des fourrages distribués. Le lait a été pesé à chaque traite et sa composition a été déterminée 5 jours par semaine pour le taux butyreux (méthode Gerber) et une fois par semaine (4 traites consécutives) pour le taux de matières azotées totales (méthode au noir amido). Les vaches ont été pesées 2 jours consécutifs à heure fixe (10 h) au début de chaque séquence les 2 premières et les 2 dernières années expérimentales et 2 fois par séquence (en début et à la fin) la 3ème année (1971). Les inséminations ont eu lieu à partir du 15 avril de chaque année.

L'influence des deux régimes sur la production laitière (quantité, composition, persistance) a été étudiée par analyse de variance en tenant compte de l'influence des facteurs suivants : année d'expérience (5 années), numéro de lactation (1er, 2ème, 3ème et 4ème, 5ème et suivants) et niveau de production laitière caractérisé par la production initiale (P.I.) au début de la lactation (trois niveaux : PI $<$ 16 kg ; 16 $\leqslant$ P.I. $<$ 21 kg ; P.I. $>$ 21 kg). P.I. correspond à la production moyenne des 5ème, 6ème et 7ème jours de la lactation, le vêlage étant considéré comme le jour 1.

Compte tenu du schéma expérimental utilisé, les différentes espèces de graminées n'ont pas toutes été distribuées dans des conditions réellement standard. En particulier, les vaches ont reçu celles-ci à des stades de lactation non identiques et avec des quantités de luzerne déshydratée + aliment concentré différentes (tableau VII). C'est pourquoi afin d'éliminer les biais possibles dans la classification des différentes espèces et cycles de graminées déshydratées les uns par rapport aux autres (quantité ingérée et production de lait), nous avons comparé les valeurs observées par séquence à des données corrigées obtenues par des régressions multiples établies sur l'ensemble des résultats. Ainsi, la quantité ingérée de chaque graminée étudiée a été exprimée en fonction de celles d'aliment concentré + luzerne déshydratée d'une part et du stade de lactation d'autre part. La production de lait à 4 % de matières grasses (lait 4 p. 100) a été exprimée en fonction du stade de lactation et de la moyenne de lait 4 p. 100 obtenue sur l'ensemble de la période expérimentale considérée. La semaine de transition, au début de chaque séquence, a été éliminée pour la mesure des quantités ingérées et de la production laitière.

II - RESULTATS

A) Comparaison des régimes ''maïs'' et ''déshydraté'' :

1 - Quantités ingérées (tableau IV)

L'aliment concentré a représenté environ 8 p. 100 (5 à 12 selon les années) de la ration totale ; la proportion d'ensilage de maïs a été de 76 p. 100 (61 à 86) contre 59 (36 à 67) pour les graminées déshydratées. Durant la période expérimentale les niveaux d'ingestion d'ensilage de maïs et de graminées déshydratées ont été respectivement de 1,76 et 1,37 kg M.S. par 100 kg de poids vif (100 kg P.V.). Les vaches recevaient alors par ailleurs 4,0 et 6,0 kg de M.S. de luzerne + aliment concentré.

En moyenne, dès le vêlage le niveau de la ration de base (y compris la luzerne déshydratée) du régime ''maïs'' a été plus élevé que celui du régime ''déshydraté'' (12,9 contre 10,5 kg M.S.). Ensuite, les quantités ingérées ont augmenté rapidement avec le régime ''maïs'' pour être maximales au tout début du 2ème mois de la lactation alors qu'elles ne l'ont été seulement qu'un mois après pour le régime ''déshydraté''. Ensuite, les quantités ingérées ont diminué de façon relativement régulière avec le stade de lactation d'environ 18 et 15 p. 100 respectivement pour les 2 régimes entre les 3 semaines maximales et le 8ème mois de lactation. Les baisses de consommation d'ensilage durant les mois d'été (20ème à 25ème semaines de la lactation) sont à relier aux températures plus élevées à cette période (graphique I) qui altèrent la qualité du maïs, surtout lorsque la vitesse d'avancement du ''front d'attaque'' est faible.

Les quantités ingérées d'ensilage de maïs (34 p. 100 de M.S.) et de graminées déshydratées (comprimées et compactées) ont été influencées par l'apport de luzerne déshydratée + aliment concentré. En effet, pour une variation de ce dernier de 1 kg de M.S. (au-dessus de 3 kg de M.S.), entre les différentes séquences expérimentales, les quantités ingérées d'ensilage et de graminées ont varié en sens inverse de respectivement 1 kg de M.S. ($n = 18$; $r = -0,88^{**}$) et 0,55 kg de M.S. ($n = 32$; $r = -0,67^{**}$).

2 - Production et composition du lait (tableau V)

Les productions de lait initiales (PI) sont en moyenne identiques pour les 5 années (19,4 contre 19,6) de sorte que l'augmentation de la production de lait au début de la lactation (PM - PI ; PM étant la production maximum hebdomadaire) a été plus importante pour le régime maïs (+ 4,4 kg) que pour le régime ''déshydraté'' (+ 3,0 kg), mais les différences ne sont pas significatives. La persistance mensuelle de la production laitière a aussi été meilleure pour le régime ''maïs'' (90,0 contre 88,6 p. 100).

Tableau IV

Quantités ingérées
(*Résultats moyens et extrêmes entre années*)

VARIABLES \ REGIMES	3 années : 1969-1971		2 années : 1972-1973		5 années : 1969-1973	
	I Ensilage maïs	II Déshydraté comprimé	I Ensilage maïs	II Déshydraté compacté	I Ensilage maïs	II Déshydraté
Nombre de lactations	36	36	23	22	59	58
BILANS ANNUELS (kg MS/An) :						
. ensilage maïs ou graminées déshydratées	3811 (3383-4310)	2640 (2539-2744)	4447 (4290-4590)	3215 (2997-3432)	4059	2858
. luzerne déshydratée	1219 (328 -1953)	1775 (1278-2212)	328	1332 (1314-1350)	872	1607
.Ration de base	5030 (4638-5336)	4415 (4022-4850)	4775 (4618-4918)	4547 (4311-4782)	4931	4465
. Aliment concentré	379 (246 - 500)	381 (242 - 539)	389 (358 - 417)	407 (367 - 446)	383	391
. Ration totale	5409 (5138-5582)	4796 (4561-5092)	5164 (4976-5335)	4954 (4757-5149)	5314	4856
PERIODE EXPERIMENTALE (kg MS/j):						
. Durée totale (jours)	651	651	448	462	1099	1113
. Ensilage maïs ou graminées déshydratées.	10,41 (8,51-12,46)	8,18 (7,84-8,58)	12,87 (12,34-13,52)	9,39 (8,73-10,14)	11,41	8,68
. Luzerne déshydratée	3,93 (0,90-6,21)	5,28 (3,43-6,65)	0,90	3,64 (3,61-3,68)	2,69	4,60
. Ration de base - p.100 P.V.	2,19 (2,06-2,27)	2,10 (1,95-2,29)	2,17 (2,09-2,46)	2,08 (1,98-2,20)	2,18	2,09
. Aliment concentré	1,18 (0,59-1,69)	1,24 (0,54-1,91)	1,48 (1,25-1,76)	1,61 (1,57-1,65)	1,30	1,39
. Ration totale - p.100 P.V.	2,37 (2,32-2,44)	2,29 (2,26-2,37)	2,40 (2,29-2,54)	2,34 (2,24-2,45)	2,38	2,31

Figure 1

Evolution hebdomadaire de la production laitière,
du taux butyreux et des quantités ingérées

- moyenne des 12 vaches par an et par régime -

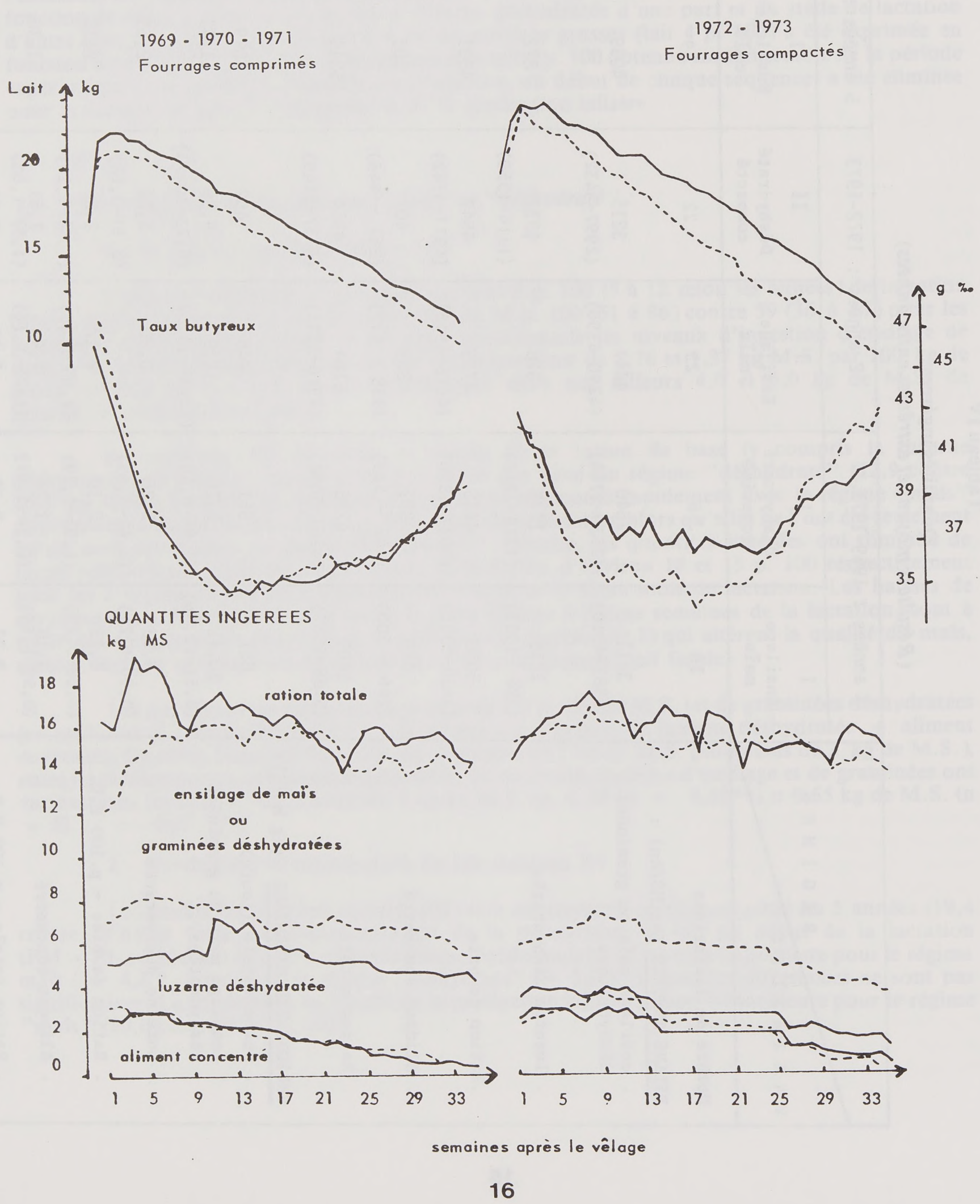


Tableau V

Production laitière

Résultats obtenus durant l'expérimentation (Moyennes et extrêmes entre années)

REGIMES / VARIABLES	3 années : 1969 à 1971		2 années : 1972-1973		5 années : 1969 à 1973	
	I Ensilage maïs	II Déshydraté comprimé	I Ensilage maïs	II Déshydraté compacté	I Ensilage maïs	II Déshydraté
Nombre de lactations	36	36	23	22	59	58
BILANS ANNUELS :						
. Durée de la lactation (j)	284 (267-303)	280 (265-290)	301 (298 - 303)	283 (274-291)	291	281
. Lait - kg	4446 (4050-4803)	4107 (3973-4226)	4821 (4434-5175)	4194 (3940-4449)	4592	4140
. Lait à 4 p.100 de M.G. - kg	4311 (3939-4613)	4003 (3875-4085)	4703 (4399-4995)	4048 (3811-4285)	4464	4020
. Matières grasses - kg	169 (154-180)	157 (152-160)	185 (175-195)	158 (149-167)	175	157
. Matières azotées totales - kg	148 (133-160)	138 (130-145)	165 (153-176)	142 (133-151)	155	140
. Taux butyreux - g p.1000	38,1 (37,5-38,7)	38,3 (37,8-38,8)	38,5 (37,6-39,4)	37,7 (37,5-37,9)	38,3	38,1
. Taux azoté total - g p.1000	33,4 (32,9-34,0)	33,7 (32,7-34,5)	34,4 (34,2-34,7)	33,8 (33,7-33,8)	33,8	33,7
PERIODE EXPERIMENTALE						
. Durée totale - jours	651	651	448	462	1099	1113
. Lait - kg/j	15,5 (13,9-16,2)	14,3 (13,4-14,9)	16,3 (14,5-18,5)	14,7 (13,8-15,7)	15,8	14,5
. Lait à 4 % M.G. - kg/j	14,7 (13,0-15,6)	13,6 (12,5-14,1)	15,7 (14,1-17,6)	13,9 (13,2-14,7)	15,1	13,7
. Matières grasses - g/j	564 (500-596)	525 (480-548)	613 (554-685)	534 (509-562)	583	528
. Taux butyreux - g p.1000	36,4 (36,0-36,9)	36,6 (36,0-37,0)	37,6 (37,0-38,2)	36,3 (35,8-36,9)	36,9	36,5

D'après l'analyse de variance, en 301 jours de lactation, les vaches du régime ''maîs'' ont produit significativement plus de lait (+ 434 kg), de lait 4 % (436 kg), de matières grasses (+ 19 kg), et de matières azotées (+ 15 kg) que les vaches du régime ''déshydraté''. La production maximum (PM) et la persistance ont aussi été supérieure de 10 jours ($P < 0,05$) pour les vaches du régime ''maîs''.

Au cours de la période expérimentale, les différences en faveur du lot ''maîs'' ont été de 1,3 kg de lait, 1,4 kg de lait 4 p. 100 et 55 g de matières grasses. En moyenne, la composition du lait n'a pas été différente selon les régimes. Cependant, avec le ''déshydraté compacté'', le taux butyreux a été inférieur ($P < 0,05$) de 1,3 point par rapport à celui du lot ''maîs''.

Entre 2 lactations consécutives (14 vaches par régime dont les numéros de lactations moyens étaient respectivement de 2,2 et 1,9 en L1 pour les régimes ''maîs'' et ''déshydraté''), les quantités de lait et de lait 4 p. 100 ont augmenté de 350 kg avec le régime ''maîs'' alors qu'elles sont restées constantes avec le régime déshydraté ($P < 0,01$). Ceci a correspondu pour le régime ''maîs'' à une augmentation de PM de 2,5 kg de lait entre L1 et L2 contre seulement 0,6 kg pour le régime ''déshydraté''.

3 - Variations du poids vif - Bilans (tableau VI)

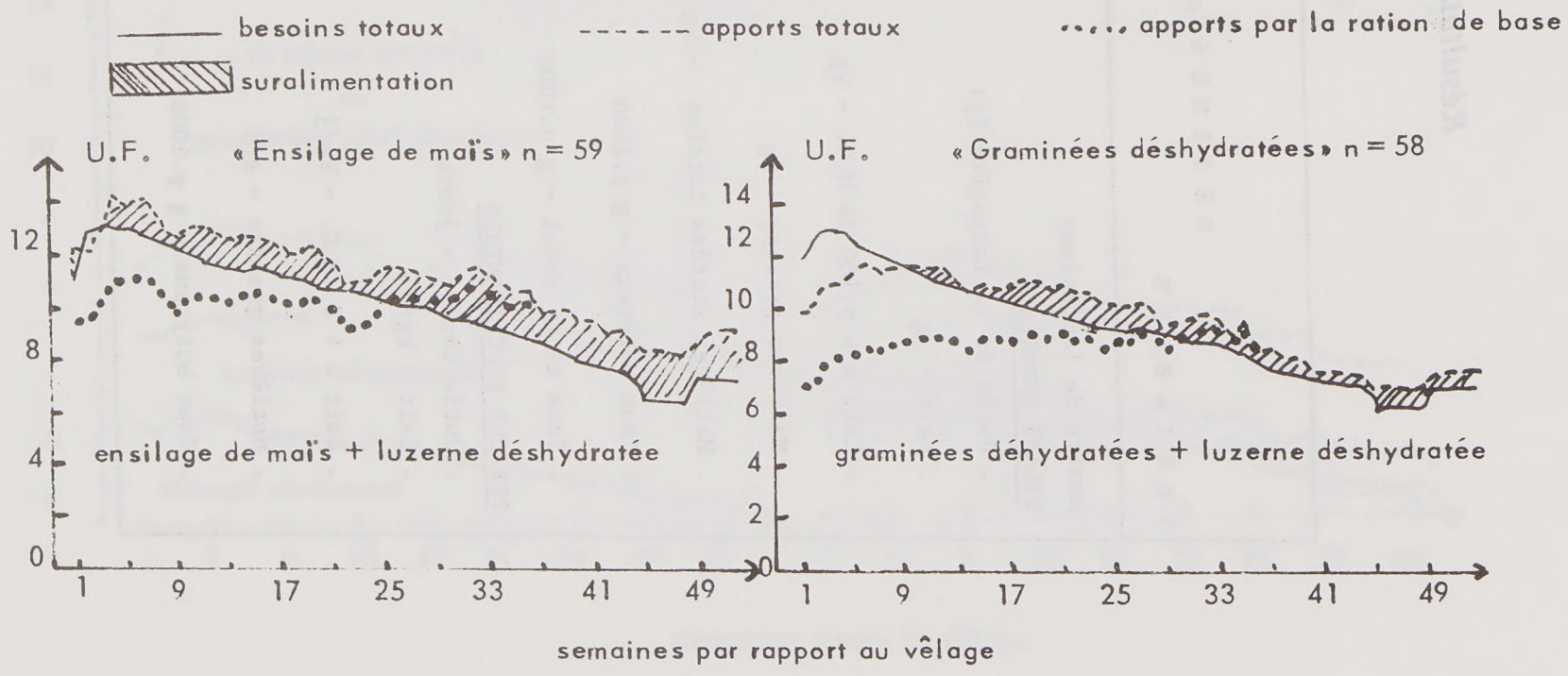
Les vaches des deux régimes ''maîs'' et ''déshydraté'' ont repris en moyenne, après avoir tenu compte des variations des quantités ingérées (VERITE et JOURNET, 1975), 60 kg de poids vif (280 g/jour) au cours de la période expérimentale. Ce gain serait plus important pour le ''compacté'' que pour le ''comprimé'' (+ 70 kg contre + 54 kg).

Entre les pesées effectuées à leur 3ème mois de lactation en moyenne, les 14 vaches ayant réalisé 2 lactations consécutives ont gagné d'une lactation sur l'autre 41 kg avec le régime ''maîs'' contre 28 kg avec le régime ''déshydraté''. Mais de très grandes variations entre animaux existent dans tous les cas (coefficient de variation supérieur à 100 p. 100).

En utilisant les valeurs nutritives présentées au tableau VII, les vaches du régime ''maîs'' auraient été suralimentées de 1,1 U.F. par jour (environ + 2 U.F. en fin de lactation) et celles du régime ''déshydraté'' de 0,5 U.F. (environ + 1,5 U.F. en fin de lactation) ; c'est ce qu'illustre le graphique II.

Figure 2

Evolution des besoins et des apports énergétiques au cours de la lactation



La quantité de M.A.D. apportée (après mesure sur fourrage vert) a été elle aussi excédentaire d'environ 200 g/jour pour le régime ''maîs'' et de plus de 500 g/jour pour le régime ''déshydraté''. Ce même bilan effectué à partir des mesures faites sur le fourrage déshydraté donnerait une suralimentation plus faible que précédemment et de l'ordre de 300 g/jour pour le régime ''déshydraté''.

L'excès d'énergie ingéré aurait dû permettre des gains de poids vif de l'ordre de 350 g/j pour le régime ''maîs'' et d'environ 150 g/j pour le régime ''déshydraté'' en supposant le besoin énergétique net de production d'1 kg de gain de poids à 3,0 U.F. (VERITE, 1975). Par rapport aux variations de poids vif citées précédemment, cette estimation théorique semble être légèrement surestimée (+ 50 à 60 g/j) pour le régime ''maîs'' mais en revanche très sous-estimée pour le régime ''déshydraté'' (- 130 g/j).

Il est aussi possible d'estimer la valeur énergétique moyenne de l'ensilage de maîs et des graminées déshydratées à partir des performances des animaux (production de lait et gain de poids vif) en supposant connue la valeur énergétique de la luzerne déshydratée (d'après sa digestibilité en vert). Pour les 5 années, les valeurs obtenues ont été en moyenne de 0,76 U.F./kg M.S. (extrêmes de 0,70 à 0,79) pour l'ensilage de maîs et de 0,77 UF/kg MS (extrêmes de 0,73 à 0,83) pour les graminées. Nous n'avons pas trouvé d'influence de leur mode de conditionnement. Ainsi, dans les conditions de cette expérimentation, ceci montrerait que la valeur énergétique nette des graminées déshydratées - conditionnées serait au moins égale à celle estimée soit à partir de la digestibilité du fourrage mesurée sur moutons soit à partir du stade de récolte.

4 - Etat sanitaire - Réforme des animaux (tableau VI)

Nous avons dû supprimer 3 lactations en raison d'une leucose et de deux corps étrangers. Les résultats portent ainsi respectivement pour les régimes ''maîs'' et ''déshydraté'' sur 59 et 58 lactations qui ont été réalisées par 31 et 32 vaches différentes. Pour l'ensemble des 2 régimes (la répartition entre eux étant pratiquement identique) 28 vaches ont effectué 2 lactations consécutives, 17 en ont réalisé 3 et 9 en ont effectué 4.

Le taux de réforme global pour ces 5 années a été de 40 et 43 p. 100 pour les régimes ''maîs'' et ''déshydraté'' mais respectivement 7 et 6 vaches ont été éliminées pour des raisons expérimentales (vêlage après le 15 mars). Si on n'en tient pas compte, le taux de réforme global se situe alors à 28 et 33 p. 100. La cause essentielle de ces réformes est due à des problèmes de fertilité puisque seulement 77 et 74 p. 100 respectivement des vaches mises à la reproduction ont été gestantes dans l'année. La non-fécondité représente donc en moyenne environ 80 p. 100 des réformes (14 vaches pour le régime ''maîs'' et 15 pour le régime ''déshydraté'') mais un tiers de celles-ci était déjà en 5ème lactation ou plus.

Sur l'ensemble des vaches mises à la reproduction 51,6 p. 100 et 47,4 p. 100 ont été réellement gestantes après une seule insémination respectivement pour les régimes ''maîs'' et ''déshydraté''. Les 46 et 42 vaches en gestations des deux régimes ont nécessité en moyenne 1,6 insémination par femelle gestante. L'intervalle 1ère insémination-vêlage de ces vaches a été de 302 ± 66 jours pour le régime ''maîs'' et de 298 ± 39 jours pour le régime ''déshydraté''. L'intervalle vêlage-vêlage de ces mêmes vaches a été respectivement de 395 ± 69 jours et 390 ± 49 jours. De nombreuses variations entre années existent comme l'illustre le tableau VII. Les vêlages se sont déroulés normalement et les poids des veaux ont été identiques selon les régimes : 38,7 ± 6,3 kg pour les mâles du régime ''maîs'' et 39,1 ± 6,0 kg pour ceux du régime ''déshydraté'' et respectivement 35,4 ± 5,0 et 36,2 ± 6,4 kg pour les femelles.

B) Comparaison des formes de conditionnement des graminées

- sous forme compactée, les vaches ont ingéré 575 kg de M.S. de graminées déshydratées en plus par an que sous forme comprimée ; mais elles ont reçu en moins 417 kg de M.S. de luzerne + aliment concentré. Durant la période expérimentale, ces différences sont respec-

Tableau VI

Variations de poids vif - Bilans énergétique et azoté - Reproduction - Etat sanitaire
(*Moyennes et extrêmes entre années*)

REGIMES / VARIABLES	3 années : 1969-1971		2 années : 1972-1973		5 années: 69-73	
	I Ensilage maïs	II Déshydraté comprimé	I Ensilage maïs	II Déshydraté compacté	I Ensilage maïs	II Déshyd.
PERIODE EXPERIMENTALE :						
. Poids vif (kg)	654 (649-663)	641 (615-659)	636 (534-638)	626 (624-628)	647	635
. Gain de poids vif : - kg	58 (48-67)	54 (38-63)	60 (60-60)	70 (69-70)	69	60
- g/j	275	260	285	330	280	290
BILAN (apports - besoins) :						
. Energétique (fourrage vert)- U.F./j	+ 1,1 (+0,9+1,3)	+ 0,5 (0 -+0,9)	+ 1,1 (+1,1+1,1)	+ 0,5 (+0,4+0,7)	+ 1,1	+ 0,5
. M.A.D. (fourrage déshydraté) g/j	+ 260 (+85+370)	+ 365 (+285+510)	+ 45 (+20+65)	+ 290 (+215+360)	+ 170	+ 335
. M.A.D. (fourrage vert) g/j :	+ 320 (+100+440)	+ 540 (+420+660)	+ 60 (+35+80)	+ 530 (+500+360)	+ 215	+ 535
. Gain de poids vif théorique permis g/j :	+ 360	+ 160	+ 360	+ 160	+ 360	+ 160
BILAN REFORME - REPRODUCTION						
Effectif de départ	36	36	24	24	60	60
Taux de réforme global - p.100	36 (17-50)	42 (33-50)	46 (42-50)	46 (42-50)	40	43
Vaches éliminées pour raisons :						
- «Décyclage» (1)	4	5	3	1	7	6
- autres	9	10	8	10	17	20
dont reproduction p.100	100	80	63	70	82	75
Nombre de femelles mises à la reproduction	36	36	24	21	60	57
Taux gestation après une seule I.A. p. 100	58 (42-83)	50 (42-58)	42 (33-50)	43 (27-60)	52	47
Taux gestation total - p.100	75 (67-83)	78 (75-83)	79 (75-83)	67 (64-70)	77	74
Nombre d'I.A./ femelle gestante	1,37 (1,00-1,75)	1,60 (1,56-1,67)	1,84 (1,56-2,10)	1,50 (1,14-1,86)	1,56	1,57
Intervalle entre vêlage (jours)	375 (360-399)	386 (381-389)	422 (392-449)	398 (386-409)	395	390

(1) Vêlages après le 15 Mars

(2) Vaches non gestantes 365 jours après leur vêlage.

tivement de 1,2 et 1,3 kg de M.S. par vache et par jour (tableau IV). Le taux de substitution entre les graminées déshydratées (compactées ou comprimées) et les 2 autres aliments de la ration étant en moyenne de 0,55 kg de M.S. (voir chapitre précédent), on peut donc considérer que pour un même apport de luzerne + concentré, le niveau d'ingestion des graminées compactées ne serait supérieur que d'environ 0,5 kg de M.S. à celui des graminées comprimées. En 1972, les vaches ont ingéré 1,4 kg de M.S. de graminées de plus qu'en 1973 pour une même quantité de luzerne déshydratée + aliment concentré (5,3 kg de M.S.) en raison semble-t-il d'une dureté plus faible des agglomérés mais probablement aussi du niveau de production plus élevé des vaches de 1,5 kg de lait 4 % par jour.

- les performances de production des animaux sur l'ensemble de la lactation (tableau V) ont été identiques avec les 2 formes de présentation. Mais le démarrage de la lactation a cependant été meilleur avec la forme compactée (PM - PI = 3,6 contre 2,7 kg), pour une production initiale identique. La production a aussi été supérieure au cours des 12 premières semaines de la lactation (1725 contre 1649 kg de lait), mais la persistance a été moins bonne sur l'ensemble de la phase décroissante de la lactation (87,5 contre 89,7 p. 100).

C) Comparaison des différentes espèces de graminées (tableau VII)

- pour la forme comprimée, le niveau d'ingestion par animal et par jour obtenu avec les ray-grass est identique (8,6 kg MS) à celui observé avec les dactyles. Les fétuques se sont ingérées à un niveau plus faible (7,8 kg MS). En ''compacté'', le classement par ordre décroissant est le suivant : dactyle, ray-grass, fétuque (différence de 0,8 kg de M.S, entre les extrêmes). Mais en tenant compte des effets du stade de lactation (différence de 1 mois entre les extrêmes) et de la quantité de luzerne + aliment concentré distribuée, seule la fétuque se situe à un niveau d'ingestion légèrement inférieur par rapport aux deux autres espèces d'environ 0,5 kg MS, aussi bien pour la forme comprimée que pour celle compactée. Il ne semble pas exister de différences de niveau d'ingestion entre le 1er et les autres cycles d'exploitation.

- la quantité de lait 4 p. 100 estimée (voir chapitre I) produite avec les ray-grass serait en moyenne inférieure d'environ 0,4 kg par jour par rapport à celle produite avec les fétuques et les dactyles. Celle obtenue avec les premiers cycles serait inférieure d'environ 1 kg à celle des autres cycles (avec la forme compactée seulement). Mais d'autres facteurs tels que la quantité de luzerne déshydratée + aliment concentré distribuée ou le niveau des apports (U.F. - M.A.D.) ont pu avoir une influence non négligeable. C'est la raison pour laquelle il faut considérer avec beaucoup de prudence ces différences de production observées entre espèces et cycles de végétation.

CONCLUSION

Cette expérimentation menée pendant 5 ans sur 2 lots de 12 vaches laitières chaque année a permis de mieux mesurer les effets des rations à base soit d'ensilage de maïs-urée (75 p. 100 de la M.S.) soit de graminées déshydratées (60 p. 100 de la M.S.) sur les performances des animaux et leur état sanitaire. En associant à ces rations 1 kg de luzerne déshydratée (récoltée au stade bourgeonnement) pour le régime ''maïs'' et 4 kg pour le régime ''déshydraté'' il a été possible de produire 4000 à 4500 kg de lait par an avec moins de 400 kg d'aliment concentré. La production de lait avec le régime ''maïs'' a cependant été supérieure de 400 kg de lait 4 p. 100 et les performances auraient probablement encore été meilleures si les animaux avaient été d'un potentiel plus élevé.

D'après cette étude, il semble possible d'alimenter sans problèmes particuliers des vaches laitières pendant une année entière ou plusieurs années consécutives avec une ration à base soit presque uniquement d'ensilage de maïs + urée, soit des fourrages déshydratés ''comprimés'' ou ''compactés''. Les vaches produisent un lait de composition normale et avec une assez bonne efficacité. Mais nous avons porté notre attention à la complémentation minérale et vitaminique. Par ailleurs, cette étude a été réalisée avec des animaux logés en stabulation libre paillée.

Tableau VII

Valeur alimentaire des graminées déshydratées
Résultats obtenus sur les vaches laitières et les moutons en bilan digestif

FORME DE CONDITIONNEMENT	COMPRIMEE							COMPACTEE						
Espèce fourragère	Ray-grass d'Italie		Fétuque élevée		Dactyle		Moyenne pondérée	Ray-Grass d'Italie		Fétuque élevée		Dactyle		Moyenne pondérée
Cycle de végétation	1	⩾ 2	1	⩾ 2	1	⩾ 2		1	⩾ 2	1	⩾ 2	1	⩾ 2	
Nombre de données	3	4	3	3	3	2	18	2	2	2	3	2	3	14
VACHES LAITIERES :														
a/ conditions expérimentales														
. stade de lactation moyen (jours)	128	135	144	157	162	249	156	166	248	105	151	134	163	161
. luzerne déshydratée + aliment concentré (kg M.S.)	6,7	7,2	6,9	6,0	6,7	4,0	6,4	5,7	3,8	6,0	5,1	5,8	5,0	5,2
b/ Résultats :														
. Quantité ingérée (kg MS)	8,9	8,4	7,6	8,0	7,7	9,5	8,3	9,0	10,0	8,9	9,6	10,2	10,1	9,7
. Lait à 4 p.100 (kg)	14,1	14,1	13,8	14,2	13,0	9,7	13,4	12,0	8,6	15,9	13,8	13,6	13,6	13,0
MOUTONS :														
UF/kg M.S. vert (1)	0,72	0,69	0,73	0,72	0,67	0,72	0,71	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70	0,71	0,70
g MAD/kg M.S. vert	83	95	104	111	103	104	99	117	98	100	103	68	100	99
g MAD/kg M.S. conditionné	69	81	95	100	91	95	88	67	69	83	90	58	90	78

(1) U.F./kg M.S. = $\frac{2{,}36\ \text{M.O.D.} - 1{,}20\ \text{M.O.N.D.}}{1650}$ (Formule de BREIREM) pour les comprimés et tableaux Valeur alimentaire de C. DEMARQUILLY et Ph. WEISS, 1970 pour les compactés.

Principaux résultats moyens annuels obtenus		
Régimes	« Maïs »	« Déshydraté »
Quantités ingérées - Kg M.S.		
. Ensilage de maïs ou Graminées deshydratées	4059	2858
. Luzerne deshydratée	872	1607
. Aliment concentré	383	391
Lait - kg	4592	4140
Taux butyreux - g p. 1000	38,3	38,1
Taux azoté total -g p. 1.000	33,8	33,7
Taux de gestation réel après une seule insémination - p. 100	52	47
Nombre d' I.A./ femelle gestante	1,56	1,57
Intervalle entre vêlage - j.	395	390

Pour les 2 rations, les vaches ont été suralimentées en énergie en fin de lactation ; ce qui a occasionné une reprise de poids vif importante. Ceci montre que la quantité d'aliment concentré distribuée a encore été trop élevée, en particulier pour les vaches du régime ''maîs''. Celles-ci ont eu en effet leurs besoins énergétiques pratiquement couverts sitôt le vêlage et ont été ensuite suralimentées d'au moins 1 UF/jour (graphique II). Par ailleurs, les apports azotés de ces rations devraient permettre de couvrir respectivement 14 - 15 kg de lait pour le régime ''maîs-urée - luzerne déshydratée'' et près de 20 kg pour le régime ''graminées - luzerne déshydratées''.

La complémentation appliquée au-dessus de 14 kg de lait était donc trop élevée pour le régime ''maîs'' et il aurait fallu n'apporter de l'aliment concentré qu'au-dessus de 16-18 kg de lait comme nous l'avons proposé par ailleurs (JOURNET et al 1973, VERITE et al 1973). Dans ces conditions, compte tenu du phénomène de substitution, les besoins énergétiques de ces vaches auraient probablement été couverts à partir uniquement de l'ensilage de maîs + 1 kg de luzerne déshydratée dès la fin du 4ème mois de lactation. Ainsi pratiquement, avec des vaches laitières de ce potentiel et des maîs récoltés au stade vitreux du grain, il est indispensable de constituer au moins 2 lots d'animaux de façon à ne laisser au libre-service d'ensilage de maîs que les vaches produisant encore au moins 14-15 kg de lait par jour. Dans le cas contraire, on assistera à un engraissement excessif des animaux qui, en plus du gaspillage anti-économique, pourrait conduire à des ennuis sanitaires. Avec le régime à base de graminées déshydratées, le principe de rationnement devra être le même bien qu'occasionnant une suralimentation énergétique plus faible, tout au moins au début de la lactation. La complémentation devrait alors être appliquée au-dessus de 14 kg de lait.

Ce n'est seulement qu'avec des vaches fortes productrices ($\geqslant$5500 kg de lait) que la distribution à volonté, sur l'ensemble de la lactation, de ces 2 types de rations de haute valeur alimentaire pourra convenir.

le taux de réforme global moyen (30 p. 100 par an) a été élevé pour les 2 régimes comparativement à celui observé classiquement (20 à 25 p. 100 d'après LIENARD) mais une proportion importante de vaches était déjà âgée lors de la mise en expérimentation. La cause essentielle d'élimination est due aux ennuis liés à la reproduction qui sont peut être à relier à la suralimentation énergétique et azotée comme cela a déjà pu être observé par BROCHART et GIROU.

Si l'on considère le coût actuel de la déshydratation et du conditionnement, il est certain que sur le plan économique l'avantage est nettement en faveur de l'ensilage de maïs. Il faut cependant être conscient que les rendements en maïs fourrage sont souvent plus variables suivant les régions et les années (été sec, printemps froid, automne humide...) que les productions des graminées et légumineuses fourragères utilisées soit en pâturage ou en affouragement en vert soit en ensilage.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier toutes les personnes du domaine de LUSIGNAN qui ont participé à cette expérimentation ainsi que le service mécanographique du C.R.Z.V. de Theix qui a assuré le dépouillement statistique des résultats.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DEMARQUILLY C., WEISS Ph. (1970) Etude SEI, n° 42
HUGUET L. et BERTIN G. (1972) ''Fourrages'', n° 52, 39-54.
HUGUET L. et BERTIN G. (1973) V° Journées d'Information du Grenier de Theix, C.R.Z.V. supplément à ''Fourrages'', n° 55, 246-254.
HUGUET L. et TRAINEAU R. (1972) Fourrages, n° 52, 55-69.
HUGUET L. TROCCON J.L. MOURGUET A., HODEN A., (1975) ''Fourrages'', n° 61, 75-105
JOURNET M. et HODEN A. (1973) Ann. Zootech. 22 (1), 37-54.
JOURNET M., VERITE R., HODEN A. (1973) ''L'Elevage Bovin'', n° 5.
LANGUIDIC n° 1. Compte rendu d'essai I.T.C.F.-I.T.E.B. (1974).
VERITE R. (1975) Ann. zootech. 24 (3), 373-390.
VERITE R., HODEN A., JOURNET M. (1973) n° spécial ''L'Elevage'', 157-163.
VERITE R., JOURNET M. (1975) Ann. Zootech., 24 (1), 95-107.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A., 1976 (25) 25-31.

UTILISATION PAR LES VACHES LAITIERES DES ENSILAGES D'HERBE ENRICHIS EN PULPES DE BETTERAVES DESHYDRATEES

J.-P. DULPHY

avec la collaboration technique de J.-P. ANDRIEU

Laboratoire des aliments

INTRODUCTION

En 1974-1975 nous avons effectué un premier essai pour connaître l'influence de l'incorporation de pulpe de betterave déshydratée au cours de la confection d'un silo de fourrage vert sur les pertes au cours de la conservation et sur l'utilisation ultèrieure du fourrage par des vaches laitières (DULPHY et DEMARQUILLY, Bull. Techn. n°22, 1975). Afin de vérifier ces premiers résultats, nous avons refait en 1975-1976 deux essais identiques dont nous rapportons les résultats ci-dessous. L'un des deux essais (n°1) a été conduit avec des pulpes en pellets afin de vérifier si la rétention des jus dans le silo était aussi importante avec les pellets qu'avec les cossettes (essai n°2).

MATERIEL ET METHODES

Les fourrages utilisés ont été un ray-grass anglais de 2ème cycle (essai 1) et un mélange graminées-trèfle violet de 1er cycle (essai 2). Pour chaque fourrage récolté avec une ensileuse automotrice à coupe fine, nous avons préparé simultanément deux ensilages, l'un sans, l'autre avec de la pulpe déshydratée. Les quantités d'acide formique utilisées pour les ensilages avec ou sans pulpe ont été de 3,04 litres/tonne de fourrage frais dans l'essai 1 et 3,40 litres dans l'essai 2. La pulpe a été incorporée au taux de 55,4 kg par tonne de fourrage frais (19,9 % de la matière sèche totale ensilée) dans l'essai 1 et de 58,7 kg dans l'essai 2 (22,2 % de la matière sèche totale ensilée). Les caractéristiques des fourrages ensilés et des ensilages correspondants sont rapportées dans le tableau I.

Durant l'hiver suivant leur préparation les ensilages ont été distribués à volonté sans foin à des vaches laitières réparties en lots dont les caractéristiques sont données au tableau III. Dans l'essai 1 la mise en lot des animaux a été effectuée alors que ceux-ci recevaient tous l'ensilage sans pulpe et de la pulpe à l'auge et dans l'essai 2 alors qu'ils recevaient l'ensilage avec pulpe incorporée. Après la période pré-expérimentale (2 semaines : période de mise en lot) nous avons distribué aux animaux leurs régimes expérimentaux. Une période de deux semaines a servi de période de transition pour ajuster les apports d'aliment concentré et faire en sorte que la proportion de pulpe apportée à l'auge aux animaux recevant l'ensilage sans pulpe soit aussi proche que possible de la proportion de pulpe apportée en silo. Dans l'essai 1 une chute d'appétit des animaux en début de période expérimentale nous a obligé à apporter plus d'aliment concentré que prévu. En définitive, l'apport d'aliment concentré a été prédéterminé comme en 1974-75 en considérant que la ration de base couvrait les besoins indiqués au tableau IV. Les vaches ont reçu en outre 120 g par jour d'un mélange de minéraux (14-14) enrichi en oligo-éléments (70 % de phosphate monocalcique, 18 % de sel marin, 10 % de magnésie, 2 % sels divers).

Après la période expérimentale, tous les animaux ont été remis sur un même régime (foin + ensilage) et leur production laitière a été contrôlée pendant 3 semaines.

Les résultats concernant les quantités ingérées, la production et la composition du lait ont été ajustés par calcul de covariance pour tenir compte des différences existant entre lots pendant la période pré-expérimentale.

Enfin, des bilans de conservation ont été effectués sur les silos pour connaître les pertes en matière sèche. Dans l'essai 1, nous avons mesuré la quantité de matière sèche perdue dans les jus et l'avons seulement estimée dans l'essai 2.

RESULTATS

1) Pertes en silo (tableau II)

L'incorporation de pulpe dans le silo a permis d'augmenter la teneur en matière sèche du produit ensilé de 4 points. Les pertes sous forme de jus ont été ramenées, en matière sèche, de 9,7 à 4,1 % de la matière sèche totale ensilée (5,2 % de la matière sèche du fourrage). Un kilogramme de pulpe a absorbé 1,8 kg de jus dans l'essai 1 (contenant environ 140 g de matière sèche) et 2,5 kg dans l'essai 2 (environ 150 g de matière sèche).

En moyenne pour 100 kg de matière sèche de fourrage ensilé, les pertes en jus et gaz ont été de 17,95 kg dans le silo sans pulpe et de 16,73 kg dans le silo avec pulpe. En attribuant donc la totalité des pertes (jus + gaz) à la seule fraction fourrage on ne constate qu'une très légère diminution des pertes de matière sèche (- 1,2 points) mais avec cette hypothèse, cela revient à admettre qu'il n'y a aucune perte pour la pulpe.

2) Quantités ingérées et performances des vaches laitières (tableau IV)

Dans les 2 essais les quantités ingérées de fourrage ont été significativement différentes selon les traitements : 9,9 kg de matière sèche avec pulpe à l'auge et 10,8 kg avec pulpe incorporée. Les productions de lait, par contre, n'ont été significativement différentes que dans l'essai 2 : + 0,8 kg de lait à 4 % de matière grasse en faveur du lot recevant l'ensilage avec la pulpe incorporée dans le silo. Les persistances de la production laitière n'ont pas été différentes selon le traitement. Enfin les taux butyreux et les variations de poids ont été significativement différentes, en faveur des animaux recevant la pulpe incorporée, dans l'essai 2 seulement.

Comme dans le précédent essai nous avons calculé la valeur énergétique nette ''réelle'' des ensilages à partir des performances réalisées par les vaches. Ces valeurs, ainsi que les productions de lait permises sont rapportées dans le tableau V.

DISCUSSION - CONCLUSION

Plus que dans l'essai de 1974 la réduction des pertes par jus a été nette après incorporation de pulpe dans le silo. L'augmentation des pertes sous forme de gaz n'a alors pas compensé complètement la diminution des pertes par jus. Dans nos trois essais les pertes par jus, rapportées à la fraction fourrage seule, sont passées de 9,8 à 6,0 (- 3,8 points) alors que les pertes gazeuses passaient de 9,1 à 12,2 (+ 3,1). La forme des pulpes n'a pas eu d'incidence particulière. Au niveau de la matière sèche récupérée il n'y a donc pratiquement pas de différence selon la présence ou non de pulpe dans le silo. Par contre, avec la pulpe la quantité d'unité fourragère récupérée est plus importante : + 5,7 % dans l'essai de 1974 et + 1,7 % dans le présent essai 2.

Dans le présent essai 1, la valeur énergétique, estimée à partir des besoins et des performances des vaches laitières, du mélange fourrage + pulpe en silo est plus faible que celle du

Tableau I

Composition et valeur alimentaire des ensilages utilisés

ENSILAGES	ESSAI 1 (Pellets) Ray-Grass anglais 2ème cycle		ESSAI 2 (cossettes) Graminées + trèfle 1er cycle	
	Direct + 3,04 l. acide formique/t.	Direct + 3,04 l. ac.form. + 55,4 kg pulpe / tonne	Direct + 3,40 l. acide formique/tonne	Direct + 3,40 l. ac. formique + 58,7 kg pulpe/ tonne.
		(après mélange)		(après mélange)
CARACTERISTIQUES EN VERT :				
- Teneur en MS (p.100)	19,7	22,9	17,9	22,7
- Matières azotées totales) % M.S.	14,3	14,9	16,8	15,0
- Matières minérales) % M.S.	8,8	8,9	8,4	7,2
- Cellulose brute) % M.S.	23,2	23,2	24,4	23,4
COMPOSITION DES ENSILAGES :				
- Teneur en matière sèche (p.100)	23,5	25,8	22,6	24,7
- Teneur en matières azotées totales) p.100 M.S.	15,5	14,3	15,8	14,8
- Teneur en cendres) p.100 M.S.	8,1	8,5	7,3	7,2
- Teneur en cellulose brute)	28,2	25,7	-	-
pH	3,77	3,69	3,89	3,80
$N\text{-}NH_3$ % N total	6,8	6,1	6,3	5,5
N sol % N total	52,5	51,5	48,0	44,9
Acide lactique) g/kg M.S.	97,5	99,7	57,5	38,1
Acide acétique) g/kg M.S.	17,2	17,0	20,1	15,2
Acide propionique) g/kg M.S.	0,0	0,0	0,4	0,2
Acide butyrique) g/kg M.S.	0,1	0,1	0,0	2,7
Alcools) g/kg M.S.	9,6	11,0	8,7	6,8
VALEUR ALIMENTAIRE MESUREE SUR MOUTONS :		+ pulpe		+ pulpe
Digestibilité de la matière organique (p.100)	71,6	75,2	76,3	68,0	71,5	72,9
UF/kg MS (Breirem)	0,74	0,83	0,84	0,67	0,76	0,79
MAD/kg MS	98	87	92	102	89	91
Ingestibilité (g de MS/kg $P^{0,75}$)	44,0	46,0	47,1	42,9	53,0	59,0

Tableau II

Pertes en silo

	ESSAI 1 (jus pesé)	ESSAI 2 (jus estimé)
Ensilage sans pulpe :		
- Matière fraîche ensilée (kg)	114 990	98 550
- jus (kg) (%)	28 000 (24,3 %)	-
- Matière sèche (kg)ensilée	22 655	17 590
- Matière sèche désilée (kg)	17 890	15 001
- " " jus) kg et %	2 200 (9,7 %)	1 700 (9,7 %)
- " " gaz)	2 565 (11,4 %)	889 (5,1 %)
- " " inconsommable)	1 152 (5,1 %)	796 (4,5 %)
Ensilage avec pulpe :		
- Matière fraîche ensilée (pulpes inclues)(kg)	114 260	93 570
- Jus (kg) % total	15 500 (13,5 %)	-
- Matière sèche ensilée (kg) F = fourrage P = pulpe	26 214 F = 20 994 P = 5 220	21 293 F = 16 560 P = 4733
- Matière sèche désilée (kg)	22 234	18 890
- " " jus) kg et %	1 250 (4,8 %)	743 (3,5 %)
- " " gaz)	2 730 (10,4 %)	1 660 (7,8 %)
- Inconsommable)	925 (3,5 %)	724 (3,4 %)

Tableau III

Conditions expérimentales

	ESSAI 1	ESSAI 2
Animaux	8 x 2 lots	8 x 2 lots
Races : Frisonne et Holstein	-	4
Montbéliarde	10	8
Croisé Mo x F	6	4
Numéro de lactation : 1	4 x 2	3 x 2
2 ou plus	4 x 2	5 x 2
Stade moyen de lactation (jours) au début de la période pré-expérimentale	54	57
Durée de l'essai (jours) :		
- totale	147	126
- période expérimentale seule	98	77
Aliment concentré distribué :		
- Concentré équilibré (29 % orge - 45 % maïs - 13 % t.arachide - 10 % t. colza - 3 % minéraux - 1,1 UF et 160 g MAD/kg MS).	X	X
- Tourteau de Soja (1,15 UF et 500 g MAD par kg de MS).	X	
Pulpe utilisée :		
- Matières azotées totales	9,6	10,7
- Matières minérales	9,0	3,7
- Cellulose brute	19,5	19,5

Tableau IV

Quantités ingérées et performances des vaches laitières

	ESSAI 1		ESSAI 2	
	Pulpe à l'auge	Pulpe dans le silo	Pulpe à l'auge	Pulpe dans le silo
Apport de concentré au-dessus de x kg lait :				
* Energie : . multipares	16,3		15	
. primipares	11,9		12	
* Azote : . multipares	16,4		15	
. primipares	11,4		12	
Quantité de matière sèche ingérée par vache et par jour :		P<0,05		
- Fourrage seul (kg/animal)	9,50	10,42	10,30	11,20 P<0,01
- pulpe "	2,37	2,59	2,65	3,19
- Aliment concentré "	0,79	0,78	0,85	0,90
- Tourteau de soja "	0,09	0,09	-	-
- Fourrage + pulpe (kg/100 kg PV)	2,12	2,31	2,30	2,52
- total "	2,28	2,47	2,46	2,68
Production laitière (kg/jour/vache) :				
- Lait brut	16,1	16,3 NS	16,8	17,7 P<0,05
- Lait 4 %	15,7	16,0 NS	15,9	16,7 P<0,05
Persistance du lait brut (%) :				
- Période expérimentale seule	93,0	93,2 NS	93,7	92,3 NS
- Durée totale de l'essai	92,0	92,3 NS	92,3	91,6 NS
Taux butyreux (g p.1000)	38,2	38,7 NS	35,9	36,6 P<0,05
Taux azoté (g p.1000)	32,7	32,4 NS	32,4	32,7 NS
Poids vif moyen (kg)	563	558 NS	559	573 P<0,05
Variation de poids vif (g/jour/vache)	-38	-26 NS	+10	+272 P<0,10

Tableau V

Valeur énergétique des rations estimée à partir des besoins et performances des vaches laitières et production laitière permise

	ESSAI 1		ESSAI 2	
	Ensilage sans pulpe	Ensilage avec pulpe	Ensilage sans pulpe	Ensilage avec pulpe
Valeur énergétique de la fraction fourrage (UF/kg MS)	0,77	0,70	0,71	0,74
Valeur énergétique du mélange fourrage - pulpe (UF/kg MS)	0,80	0,74	0,75	0,77
Production laitière (kg) permise par la ration de base : (vaches adultes entre parenthèses)				
- fraction fourrage	7,5 (8,2)	7,5 (8,2)	7,5 (8,1)	9,8 (10,3)
- mélange fourrage - pulpe	13,0 (14,0)	13,3 (14,0)	13,5 (14,3)	16,8 (17,5)
MAD (g) par kg de lait et 100 kg de poids vif.	59	64	64	65

mélange fourrage + pulpe à l'auge. Ceci est en contradiction avec les résultats sur moutons de cet essai et des 2 autres essais sur vaches laitières. Dans cet essai, les animaux ont ingéré plus lorsqu'ils recevaient l'ensilage avec la pulpe incorporée dans le silo, mais leurs performances n'ont pas été supérieures. Il semble qu'une carence minérale non encore bien précisée (cuivre peut-être) soit à l'origine de ce résultat anormal, ainsi que des quantités ingérées anormalement faibles enregistrées dans cet essai pour des ensilages bien conservés et de digestibilité élevée.

Les résultats de l'essai 2, par contre, sont plus comparables à ceux de l'an passé ; l'incorporation de la pulpe dans le silo a été techniquement plus intéressante que sa distribution à l'auge : + 0,8 kg de lait et reprise de poids supérieure de 262 g, correspondant à un apport supérieur de 1,4 U.F., cet apport étant dû pour une part à une augmentation des quantités ingérées (contrairement à l'essai de 1974-75) et pour une part à une augmentation de la valeur énergétique de la ration (en 1974-75 surtout). Un dernier essai, de ce type, sera entrepris en 1976-77 avec des pulpes mélassées pour étudier si l'utilisation de pulpe mélassée permet de supprimer l'addition d'acide formique.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A., 1976 (25) 33-34.

BILAN DE CONSERVATION DES ENSILAGES D'HERBE

J.-P. DULPHY

avec la collaboration de J.P. ANDRIEU

Laboratoire des Aliments

Depuis 1970, nous mesurons par pesée à la mise en silo et au désilage les pertes en cours de conservation. Ces pertes sont de trois types : jus, gaz, inconsommable. Notre méthode ne permet pas d'obtenir séparément la valeur des pertes liées aux jus et aux gaz. Or, nous savons par expérience et d'après les travaux de MILLER et CLIFTON (1965) que les pertes par jus ne sont pas négligeables. Nous avons donc analysé les résultats de 43 bilans de silos réalisés en 6 ans en tentant de préciser dans les pertes totales la part due aux jus et celle due au gaz.

MATERIEL ET METHODES

Les silos utilisés, abrités sous un hangar, sont des silos-couloirs en béton de 3,5 mètres de haut et d'une capacité de 100 m^3. Les quantités de fourrages ensilés ont varié de 60 à 120 tonnes en vert, soit 12 à 25 tonnes de matière sèche (teneur en matière sèche de 13 à 40). Les espèces fourragères ensilées ont été de la fléole, du ray-grass anglais, du trèfle violet, des mélanges trèfle-graminées et de la prairie naturelle. Le chargement des silos a duré 2 à 4 jours et le fourrage était tassé au tracteur. Dès la fin du remplissage une bâche plastique était ajustée sur le silo et celui-ci était chargé de bottes de paille empilées sur 3 à 5 m de hauteur.

Tous les fourrages sauf 4 ont été récoltés avec une machine à coupe fine. Tous sauf 5 ont reçu de l'acide formique (2,5 à 4 litres/tonne). De plus, dans 3 silos, nous avons incorporé de la pulpe de betterave déshydratée.

Le fourrage frais a été pesé à la récolte sur pont-bascule et échantillonné pour mesurer la teneur en matière sèche. Au désilage les pesées étaient faites chaque jour avant distribution aux animaux pour la partie consommable. La durée d'utilisation des ensilages en hiver a varié de 2 à 5 mois.

Pour 7 silos, nous avons mesuré exactement les pertes par jus (teneur en matière sèche de ces jus égale à 7 %). Pour les autres silos, nous les avons estimées à partir des différences de teneurs en matière sèche de fourrage à l'ensilage et au désilage et en prenant comme teneur en matière sèche des jus 5 à 8 % selon l'humidité du fourrage à la mise en silo.

RESULTATS

Nous n'avons pas assez de comparaison pour mettre en évidence des différences importantes liées soit à la machine de récolte, soit à l'utilisation ou non d'acide formique. Nous n'avons donc pas mis à part les ensilages à brins longs et ceux sans conservateur. De plus, nous avons contrôlé que l'espèce fourragère, à même teneur en matière sèche, n'avait pas d'incidence notable sur les pertes. Enfin, nous avons vérifié que l'apport de pulpe jouait un rôle sur les pertes principalement par l'intermédiaire de l'élévation de la teneur en matière sèche du produit ensilé. Compte-tenu de tout cela, nous avons regroupé et analysé ensemble tous les résultats.

Le facteur qui permet le mieux de prévoir les pertes en silos (Y exprimées en p. 100 de la matière sèche mise en silo) est la teneur en matière sèche (x) du fourrage vert :

Jus : $Y = 34,7 - 1,25 x$ ($r = 0,910$ ** ; $\sigma = 1,95$)

Gaz : $Y = 2,48 + 0,33 x$ ($r = 0,453$ ** ; $\sigma = 3,57$) en moyenne $9,23 \pm 3,89$

Inconsommable : $Y = -1,57 + 0,29 x$ ($r = 0,560$ ** ; $\sigma = 2,10$) en moyenne $4,33 \pm 2,58$

Nous avons reporté les courbes correspondantes, en cumulant les pertes, dans le graphique 1.

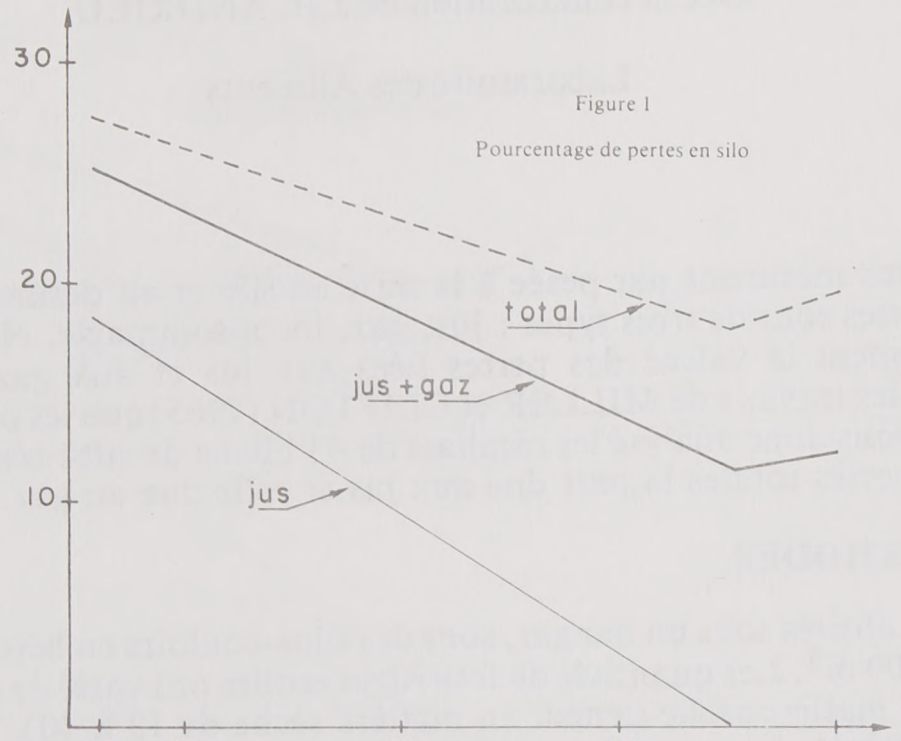


Figure 1

Pourcentage de pertes en silo

DISCUSSION - CONCLUSION

Dans le type de silo que nous utilisons les pertes par jus sont importantes. Elles s'annulent lorsque la teneur en matière sèche du fourrage ensilé devient égale à 27,7. MILLER et CLIFTON en silo-tours font état de pertes plus faibles ($Y = 17,6 - 0,54 x$) et CASTLE et WATSON (1973) indiquent, avec des silos de plus petite taille, qu'il n'y a plus de pertes par jus au-dessus de 22,9 % de MS du fourrage ensilé. Il faut donc considérer les pertes que nous trouvons comme un maximum. Avec des silos d'une hauteur plus faible mais d'une largeur plus importante, les pertes par jus demeureront liées à la teneur en matière sèche du fourrage, mais seront un peu plus faibles. Cela est bien montré aussi par le fait que, quelle que soit, dans nos conditions, la teneur en matière sèche à la mise en silo, la teneur en matière sèche au désilage est toujours supérieure à 21 % en raison de la hauteur de nos silos et de leur bon drainage.

Les pertes gazeuses ont été très variables ; elles sont liées à la durée de remplissage du silo (pertes par oxydation), au type de fermentation anaérobie et à la durée d'utilisation de l'ensilage (pertes de produits volatils, oxydation, action des moisissures et des levures).

Enfin, les pertes par inconsommable qui sont de l'ordre de 4 % et sont liées pour une part à la teneur en matière sèche du fourrage, sont également très variables. Dans nos conditions, ces pertes sont d'ailleurs nettement surestimées car nous sommes très stricts sur la qualité de l'ensilage distribué aux animaux en expérience. Dans la pratique, elles seront liées surtout à la qualité de la fermeture du silo et à sa durée d'utilisation. Elles pourront donc parfois être nulles, alors que les pertes par gaz et souvent par jus, sont inévitables.

Les résultats que nous avons obtenus devront être transposés avec prudence dans la pratique. Dans la pratique en effet, le type de silo et le respect ou non des conditions de fabrication d'un bon ensilage pourront conduire soit à des pertes légèrement plus faibles, soit à des pertes plus fortes et même très fortes !

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A., 1976 (25) 35-44.

COMPLEMENTATION EN OLIGOELEMENTS DES RUMINANTS A PARTIR DES FOURRAGES ENRICHIS SUR PIED

I. - L'enrichissement des fourrages

Simone PERIGAUD

Station de Physiopathologie de la Nutrition

La prophylaxie des carences en oligoéléments peut faire appel à deux types de méthodes, soit la complémentation minérale directe des animaux, soit l'enrichissement des fourrages sur pied. Cette dernière est particulièrement commode au pâturage et partout où les animaux sont en libre service.

Nous avons cherché à préciser dans quelle mesure et par quelles méthodes, il est possible d'enrichir les fourrages en cuivre, cobalt, zinc, manganèse... de façon telle que les besoins des animaux soient régulièrement satisfaits. Les études à propos du cuivre ont été plus poussées que celles pour les autres oligoéléments à cause de la toxicité de ce métal à relativement faible niveau vis-à-vis des ovins (UNDERWOOD, 1971).

Les conclusions ont été obtenues à partir d'essais au champ, renouvelés au cours de 5 années et d'expérimentations, en milieu contrôlé, en chambre de végétation.

I. - ENRICHISSEMENT EN CUIVRE

On cherche à obtenir des fourrages contenant environ 10 mg Cu/kg MS. L'enrichissement est possible soit à partir d'apports au sol, soit par des pulvérisations foliaires.

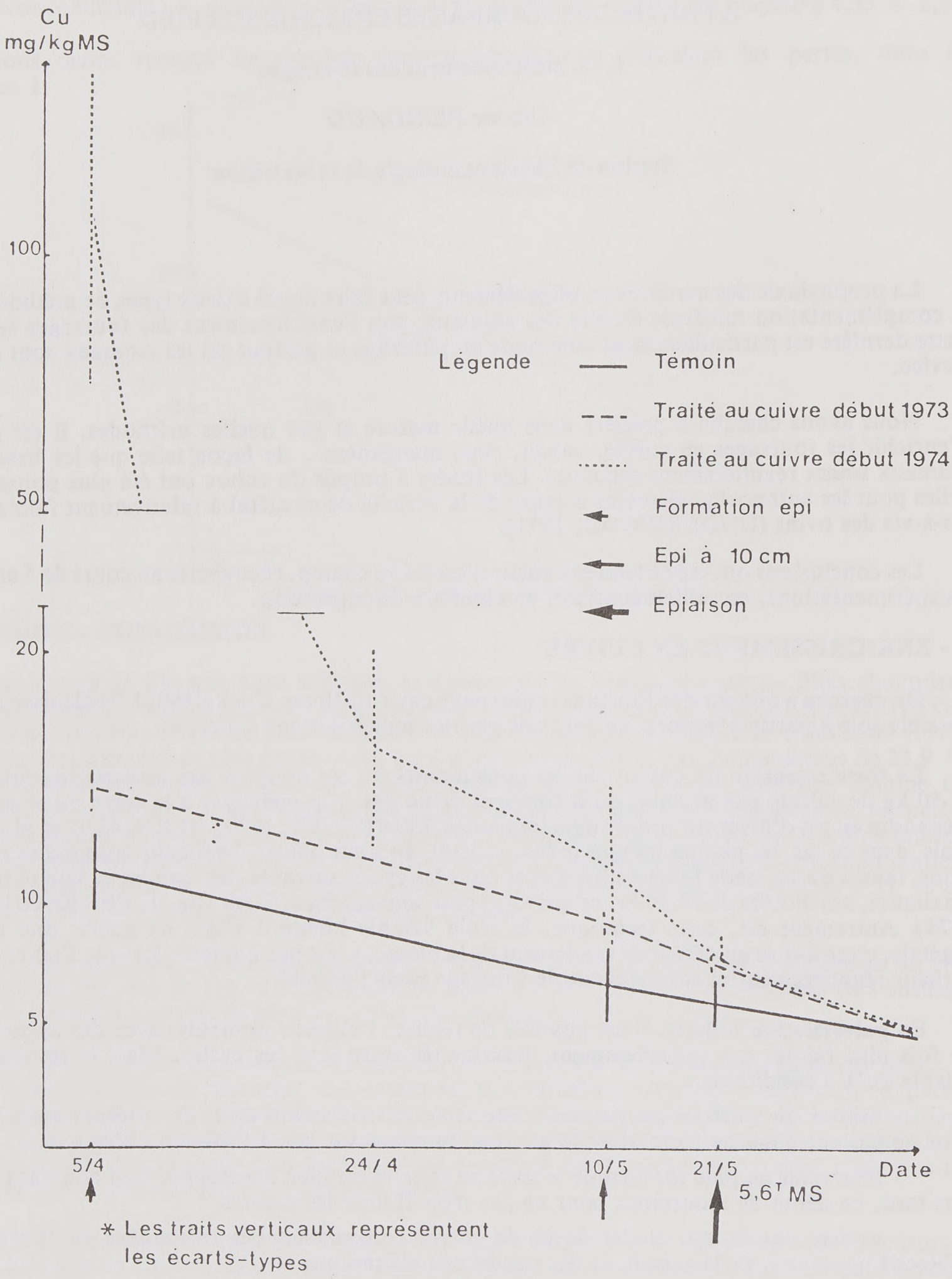
La forte rétention du cuivre par les constituants du sol oblige à des apports importants de 25-50 kg de sulfate par hectare, qu'il convient de ne pas trop mélanger à la terre ou si possible, d'épandre en fin d'hiver sur prairie déjà implantée (COPPENET, 1970 ; PERIGAUD et al., 1974). Mais, dans ce cas, les plantes les plus précoces, sont, au stade pâture, beaucoup trop riches pour les ovins, tandis qu'au stade fauche ultérieur et pour les cycles suivants, les teneurs en cuivre sont, au maximum, améliorées de 25-30 %, ce qui est le plus souvent insuffisant (fig. 1, PERIGAUD et al., 1974). Autrement dit, cette technique, la seule valable lorsqu'il s'agit de guérir une carence végétale, c'est-à-dire un déficit de rendement de la plante, n'est pas à retenir lorsque l'on cherche à enrichir régulièrement et correctement le fourrage pour l'animal.

En **pulvérisation foliaire**, il est possible de réaliser l'objectif poursuivi avec des apports 20 à 30 fois plus faibles que précédemment, fractionnés entre tous les cycles. Mais le résultat n'est valable qu'à 3 conditions :

- utiliser un matériel qui permette une vraie micronisation fine, de volumes assez réduits pour ne pas entraîner de formation de gouttes, tombant sur le sol (300-400 l d'eau/ha).
- intervenir au plus tôt lorsque le système foliaire est bien développé, bien couvrant, et, au plus tard, en début de montaison pour ne pas trop abimer les plantes.
- utiliser des formes et des doses de cuivre convenablement raisonnées en fonction de l'objectif poursuivi, de la saison, et des conditions climatiques.

Figure 1

Apport de cuivre au sol sous dactyle (Floréal)
1er cycle 1974



Lorsqu'en culture expérimentale, on peut se mettre à l'abri des intempéries, les quantités de cuivre **réellement** déposées sur les feuilles restent sur, ou dans, le végétal : la diminution progressive des teneurs de la plante dans les jours et semaines qui suivent l'apport est, par rapport au témoin non traité, inversement proportionnelle à la masse de matière organique (sèche) synthétisée depuis cette date (PERIGAUD, 1976) : l'apport sera donc fonction du rendement escompté à la récolte, plus élevé pour une fauche à foin que pour une pâture.

Mais il faut tenir compte aussi des pertes, très importantes :

1) Les pertes au sol lors de la pulvérisation elle-même atteignent, en conditions de travail correctes comme indiqué plus haut, 25 à 70 % de l'apport selon la densité et le port du couvert végétal, selon les conditions atmosphériques...(COPPENET, PERIGAUD, 1975).

2) Les pertes ultérieures, encore plus substancielles, sont dues aux pluies. En effet, le cuivre déposé sur les feuilles est rapidement retenu dans l'épiderme au cours des toutes premières heures, puis pénètre plus lentement ensuite car sa migration vers le reste de la plante est lente et faible (HENRY, 1974 ; JOURDAN et al., 1976). Cependant, la fixation reste possible tant que l'excès de dépôt n'est pas éliminé (PERIGAUD, 1976). Inversement, le cuivre qui est retenu encore superficiellement par des mécanismes de type sorption (JOURDAN et al., 1976) peut être désorbé et perdu sous l'influence d'un lessivage intense par les pluies.

Les sels solubles, type sulfate, ont l'avantage sur les formes insolubles - type oxyde - de pénétrer plus vite et relativement mieux dans la plante (HENRY, 1974). Mais ils présentent par rapport à eux, deux inconvénients :

- celui d'être caustiques sous des concentrations relativement faibles (1 g par litre de sulfate - et même 0,5 seulement sous fort ensoleillement et chaleur sèche), ce qui limite la quantité totale de cuivre susceptible d'être apportée par hectare à 100 g dans les meilleurs cas.
- celui d'être facilement éliminé par les pluies et, ainsi, de ne pas rester disponibles pour la plante (fig. 2, courbes en pointillé).

En conséquence :

- **le sulfate pur**, d'emploi commode et peu coûteux, n'arrive pas, dans les meilleures conditions, à enrichir suffisamment les fourrages lorsque l'intervalle de temps entre l'apport et l'exploitation dépasse 6-7 jours (fig. 2, fig. 3 courbe de gauche et tableau 1). Il est donc à réserver exclusivement aux objectifs **pâture** et si les conditions atmosphériques sont prévues au beau stable pour quelques jours.

Pour le pâturage, les doses à apporter sont alors approximativement les suivantes :

. 100 g Cu/ha (soit 400 g de sulfate) en période de pousse intense (premier cycle).
. 25-30 g Cu sur les cycles de plein été sec.
. 50-70 g Cu sur les cycles de fin d'été encore chaud mais non sec.

- **Les formes insolubles** permettent seules un enrichissement important et sûr de récoltes plus tardives et abondantes de type ensilage et même foin (tableau 1 et fig. 3 courbe de droite). Elles permettent aussi des exploitations précoces, en pâture, par temps pluvieux. Les formes expérimentées comprennent :

. *l'oxychlorure,* produit phytosanitaire, d'emploi facile mais assez coûteux,
. *le sulfate neutralisé* au lait de chaux au moment de l'emploi, gel d'oxydes hydratés qui nécessite une préparation de dernière heure,
. *l'oxyde CuO* présenté en suspension fine dans l'eau en présence d'un dispersant et d'un mouillant (produit commercial COFAZ notamment) d'emploi commode.

Tableau I

Enrichissement en cuivre des fourrages par pulvérisations foliaires (quelques essais)

Lieu et année	Forme de cuivre pulvérisée	Plante	Cycle (et stade) à l'apport	Cu apporté g/ha	Nbre de j. entre pulvéris. et récolte	Pluies 3 premiers jours	Stade à la récolte	Rendement T MS/ha	Cu mg/kg MS récolté		Observations sur l'efficacité pratique
									Total	provenant de l'apport témoin-traité	
Theix, 1972	Sulfate (1)	Fétuque él. Lutine	1 : herbe	125	40	Faibles	Déb. Epiaison	7	5	<1	Nulle
			1 : mont.	125	19	Faibles	dº (ens.)		5,5	<1	Nulle
			2	125	9	Nulles	Herb. (pâture)	3	10	6	Bonne
	-	Fléole Mél.	1 : herbe	125	33	Faibles	Déb. Epiaison	8	6	1,5	Nulle
			1 : mont.	125	22	Nulles	dº (ens.)		7	2	Nulle
1973	-	RGA Melle Pâture Réveil	1 : herbe	20	9	12 mm	Herbe (pâture)	1,5	8,9	3	Faible
			4	20	7	6 mm	Pâture	1	9,5	3	Faible
		RGI Tétrone	1 : herbe	60	21	12 mm	Fin montais.	6	6,3	0,5	Nulle
1974	-	RGA Réveil	1 : herbe	50	6	25 mm	Déb. Mont. (pâture)	1,8	8,2	2,5	Faible
				100	6	" "	" " "		9,5 *	3,0 *	Faible
1969	Oxychlorure (2)	Mixte	1 : herbe	200	20		Ensilage		12	7	Bonne
			"	200	35		Foin		8	2,5	Faible
			2 (+ 7 sem)	200	23		Pâture		15	8	Bonne
			3 (+ 7 sem)	200	18		Pâture		16	7	Bonne
1973	Oxyde (1)	RGI Tétrone	1 fin herb.	60	21	12 mm	Fin montais.	6	8,5	3	Faible
1974	-	RGA Réveil	1 "	150	18	6 mm	Déb. Ep. (ensil.)	5	14,1 *	7 *	Bonne
		RGI Tétrone	1 "	150	13	36 mm	Fin montais.(ens.)	3	28,6 *	22 *	T. bonne
		Fétuque élevée	1 "	150	12	36 mm	Epi à 10 (ens.)	3	32	28	Fort
Chateau-Salins, 1974	Sulf. neutralisé (3)	P. Naturelle	1	50	5	≠≠0	Pâture		11,5	6	Bon
				150	5	"	"		24,3	19	T. bon
				150	40	"	Foin		6,6	3,5	Faible
Mirecourt, 1974	" "	P. Naturelle	1 tardif	150	12		Ensilage		22	16	Bon
			3 (+ 7 sem)	50	5		Pâture		16	11	Bon
			3 (+ 11 sem)	150	35		Fauche		10	5	Bon

(1) Essais cités dans PERIGAUD, TRESSOL, AMBOULOU, 1974, produits COFAZ
(2) " " " PERIGAUD, BELLANGER, 1972,
(3) " " " RICHET, PERIGAUD, LAMAND, 1975

* Echantillons passés en digestibilité après ensilage (LAMAND, 1976).

Figure 2

Pulvérisation foliaire de sulfate de cuivre sur fétuque élevée (Lutine)

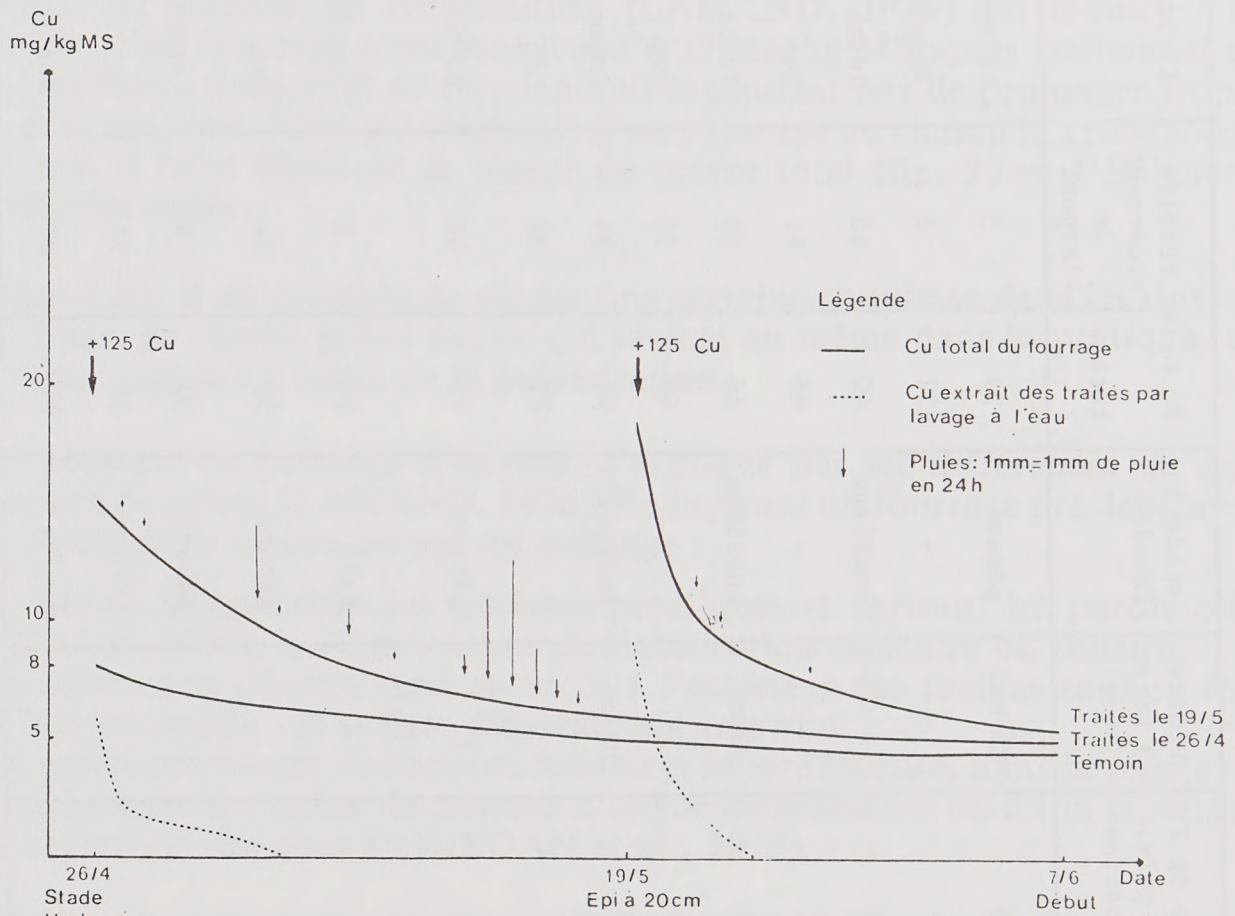


Figure 3

Pulvérisation foliaire de sels de cuivre 1974 sur ray-grass anglais (Melle Pâture)

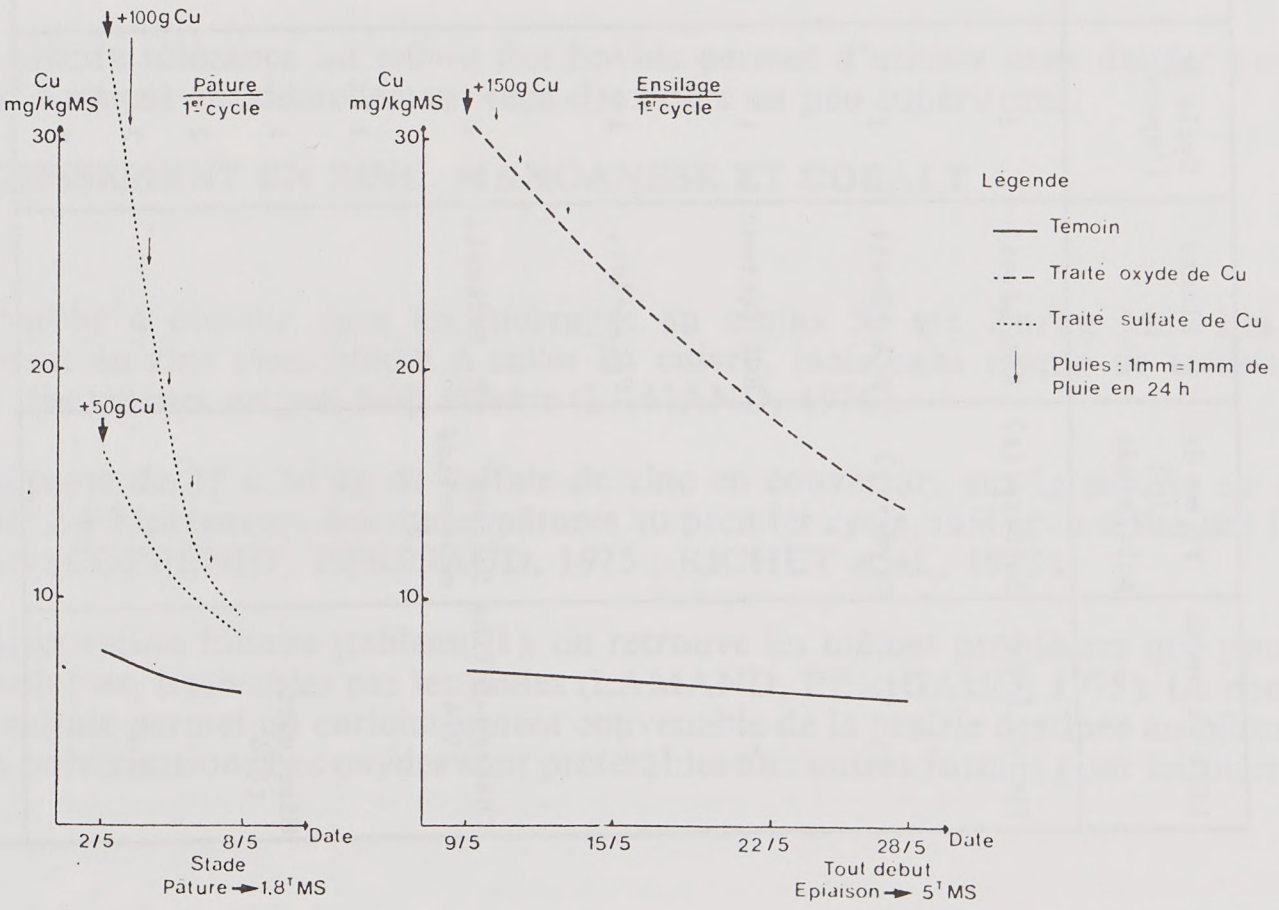


Tableau II

Enrichissement en zinc de fourrages par pulvérisation foliaire

Lieu et année	Forme de zinc pulvérisée	Plante	Cycle à l'apport	Zn apporté g/ha	Nombre de J. entre pulv. et récoltes	Pluies (3 1ers jours)	stade à récolte	Zn mg/kg récolte		Efficacité
								total	provenant de l'apport	
Theix, 1974	Sulfate (1)	RGA Réveil	1	150	6	26 mm	pâture	27	3	Très insuff.
				300	-	-	-	32	8	Insuffisant
-	Oxyde (1)	RGA Réveil	1	300	18	6 mm	ensilage	40	15	Juste
				600	-	-	-	66	41	Bon
-	-	RGI Tétrone	1	300	13	36 mm	ensilage	46	16	Juste
				600	-	-		66	36	Bon
-	-	Fét. élev.	1	300	12	36 mm	ens.préc.	49	24	Juste
				600	-	-	-	77	52	Bon
Chateau-Salins 1974	Sulfate neutralisé (2)	P. Naturel.	1	200	5	?	pâture	71	46	T. bon
			1	-	40		foin	26	8	Insuffisant
Mirecourt 1974	-	-	1	-	4		pâture	58	34	Bon
			2	-	9		pâture	30	9	Insuffisant
			3	-	5		pâture	56	23	Bon
			-	-	35		foin	41	21	Juste

(1) Produits COFAZ.

(2) Essais RICHET et al., 1975.

On peut remarquer (tableau 1) que les enrichissements notables obtenus par les formes insolubles correspondent à des teneurs en cuivre qui dépassent souvent et largement, le seuil de toxicité pour les ovins (15 à 20 mg/kg MS).

Les essais de digestibilité sur moutons (LAMAND, 1976) ont montré que l'ingestion, pendant 15 jours, d'un fourrage contenant jusqu'à 32 mg/kg MS après traitement aux oxydes 12 jours plus tôt était sans danger. Il ne conviendrait cependant pas de prolonger trop longtemps la durée d'une telle ingestion. Mais s'il s'agissait d'un pâturage au champ la croissance ultérieure de la plante tendrait à faire diminuer la teneur en cuivre total (fig. 3) en l'éloignant de la zone dangereuse pour les ovins.

Autrement dit, il est possible de garder une certaine souplesse dans les doses apportées en fonction du niveau de récolte prévu ou, ce qui revient au même dans la pratique, dans les dates d'exploitation par rapport à celles de la pulvérisation.

Cette souplesse en présence d'oxydes, s'explique par les différences de digestibilité des différentes formes de cuivre (LAMAND, 1976). En ingérant un fourrage préalablement enrichi par voie foliaire, l'animal se trouve devant un mélange :

- de cuivre intégré dans les systèmes protéiques et surtout, les parois cellulaires de la plante (CATHALA, 1975), qu'il provienne de l'absorption racinaire ou foliaire,
- de cuivre non pénétré resté en excès à l'extérieur des feuilles sous sa forme minérale d'apport, sulfate ou oxyde - le sulfate disparaissant très vite,
- du cuivre provenant de l'apport foliaire et encore localisé, dans la plante, au niveau des cires épicuticulaires, qu'il s'agisse de cristaux d'oxyde emprisonnés ou d'ion cuivrique fixé sur les groupements carboxyle des cires (JOURDAN et al., 1976).

L'évolution dans le temps d'un tel mélange, permet de recommander pour les ovins des pulvérisations d'oxydes, au stade herbacé du fourrage avec les doses suivantes :

. 150 g de cuivre (métal) pour des récoltes prévues comprises entre 3 et 7 tonnes MS/ha, intervenant 12 à 20 jours après la pulvérisation,
. 200 g pour des fauches à foin tardives de premier cycle, 20 à 35 jours après l'apport,
. 80 g pour de l'herbe jeune à pâturer aux environs du stade épi à 10 cm ou sur le dernier cycle.

La meilleure tolérance au cuivre des bovins permet d'utiliser sans danger pour eux des fourrages qui auraient accidentellement reçu des doses un peu supérieures.

II. - ENRICHISSEMENT EN ZINC, MANGANESE ET COBALT

Zinc :

On cherche à obtenir dans les fourrages au moins 50 mg Zn/kg MS. Les modalités d'enrichissement en zinc ressemblent à celles en cuivre, mais sans risque de toxicité pour les animaux par des teneurs un peu trop élevées (LAMAND, 1976).

Des apports de 25 à 50 kg de sulfate de zinc en couverture sur la prairie en fin d'hiver multiplient par 2 à 3 les teneurs des stades pâtures au premier cycle, mais peu celles des foins et des cycles suivants (COPPENET, PERIGAUD, 1975 ; RICHET et al., 1975).

En pulvérisation foliaire (tableau II), on retrouve les mêmes problèmes que pour le cuivre avec les sels solubles, lessivables par les pluies (LAMAND, PERIGAUD, 1975). La neutralisation préalable du sulfate permet un enrichissement convenable de la prairie destinée au pâturage 4 à 10 jours après la pulvérisation. Les oxydes sont préférables aux autres formes pour les intervalles plus longs.

La non toxicité du zinc permet d'apporter par hectare 300 g Zn (sous forme ZnO, produit commercial COFAZ notamment, en suspension fine dans 300 à 500 l d'eau) sur des pâtures et ensilages de 2 à 6 T d'herbe. Pour les fortes productions tardives, il semblerait souhaitable d'atteindre 600 g.

Manganèse :

Il faut au moins 50 mg Mn/kg MS de fourrage. La perte rapide d'assimilabilité d'un sel de manganèse dans le sol rend inefficace, même vis-à-vis d'une carence végétale, un apport de manganèse au sol sous des doses économiquement acceptables (COPPENET, 1956). En pulvérisation foliaire, les sulfates sont facilement éliminés par les pluies ; l'oxyde MnO leur est donc préférable : la quantité à apporter peut dépasser 600 g Mn/ha (tableau 3) si le fourrage a nettement besoin d'être enrichi (seuil de carence vers 50 mg/kg MS).

Cobalt :

Il faut au moins 0,1 mg/kg MS. L'enrichissement est plus facile qu'avec le cuivre et le zinc et possible par l'intermédiaire du sol.

Un épandage sur prairie implantée en sol acide de 2 kg de sulfate de cobalt multiplie par 6 à 11, selon les coupes, la teneur en cobalt d'un ray-grass d'Italie au stade pâture et encore de 2 fois la seconde année (COPPENET, 1970). Nous n'avons pas de données sur les sols neutres ou calcaires.

Les pulvérisations foliaires de sulfate (10 g/ha) sont également efficaces mais économiquement moins intéressantes que l'apport au sol, du moins en sol acide (COPPENET, PERIGAUD, 1974). A priori les oxydes constituent une solution également valable, d'autant plus qu'ils sont acceptés, sans limite de toxicité, par les animaux (LAMAND, 1976).

III. - CAS PARTICULIERS DES OLIGOELEMENTS TOXIQUES

Molybdène :

Le seuil de toxicité, pour l'animal, se situe vers 3 mg Mo/kg MS. Or certaines plantes, comme la luzerne, peuvent être carencées en cet élément et nécessiter son apport pour atteindre un rendement normal.

Le molybdate apporté (2 kg/ha) n'est pas très fortement retenu par les constituants du sol et est bien assimilé par la plante qui peut devenir rapidement toxique pour l'animal (COPPENET, PERIGAUD, 1975). Il convient donc de toujours vérifier par l'analyse les teneurs en molybdène d'un fourrage traité.

Les excès de molybdène peuvent être limités sur certains types de sols, par l'apport avec le molybdate d'un élément antagoniste, le soufre (JUSTE, 1975). Le traitement direct des semences semble pouvoir remplacer avantageusement celui du sol (COPPENET, PERIGAUD, 1975), mais des essais complémentaires seraient encore nécessaires pour en vérifier l'efficacité sur tous les sols.

Sélénium :

Bien que les fourrages soient souvent carencés en Sélénium ($< 0{,}1$ mg/kg) pour les animaux, les engrais séléniés ne sont pas employés même dans les régions à myopathie : le sélénium est en effet trop facilement absorbé par la plante dont le taux atteint alors et dépasse largement le taux légal toléré dans un aliment de 0,5 mg/kg MS.

IV. - CONCLUSIONS PRATIQUES

Il est possible d'enrichir les fourrages sur pied. Les apports au sol ne sont bien valables que pour le cobalt (encore conviendrait-il de compléter nos expérimentations sur des sols non acides). Ils sont totalement inefficaces pour le manganèse et donnent des résultats trop variables dans le temps pour le cuivre et le zinc.

Tableau III

Enrichissement en manganèse de fourrages par pulvérisation foliaire

Lieu et année	Forme de zinc pulvérisée	Plante	Cycle à l'apport	Mn apporté g/ha	Nombre de j. entre pulv. et récoltes	Pluies (3 1ers jours)	Stade à récolte	Mn mg/kg récolte total	Mn mg/kg récolte provenant de l'apport	Efficacité
Theix, 1974	Sulfate (1)	RGA Réveil	1	150	6	26 mm	pâture	56	0	Nulle
				300	-	-	-	54	0	
	Oxyde	RGA Réveil	1	300	18	6 mm	ensilage	54	15	Bon
				600	-	-	-	79	40	Bon
		RGI Tétrone	1	300	13	36 mm	ensilage	85	0	
				600	-	-	-	122	38	Bon
		Fét. élevée	1	300	12	36 mm	ensilage précoce	82	38	Bon
				600	-	-	-	128	84	Bon

(1) Produits COFAZ.

Les pulvérisations foliaires peuvent permettre d'élever les teneurs aux niveaux souhaitables pour les animaux, mais elles doivent, pour que ce but soit atteint et non dépassé être réalisées avec un appareillage adapté et être convenablement raisonnées.

Différentes solutions sont possibles.Cependant dans un but de simplification pratique, il faut retenir la validité d'emploi des oxydes qui, en suspension fine dans l'eau en présence d'un dispersant et d'un mouillant, résolvait au mieux à peu près tous les problèmes en toutes situations.

Les oxydes des différents oligoéléments peuvent être apportés ensemble, lors d'une même pulvérisation, en mélange dans les proportions respectives pour Cu-Zn — Mn de 1 - 3 - 2, ces indices étant exprimés en grammes de chaque métal. On peut y ajouter de l'oxyde de cobalt. Les doses à apporter par hectare sont le plus souvent, de 150 g de cuivre (accompagnés du zinc, du manganèse...), mais elles sont éventuellement modulables entre 80 et 200 g Cu selon le niveau de production du fourrage.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CATHALA N., 1975. Thèse Doct. Spécialité, Univ. Languedoc.

COPPENET M., 1956. BTI, 108, 3-11.

COPPENET M., 1970. C.R. Acad. Agric. Fr., 56, 13, 923-937.

COPPENET M., PERIGAUD S., 1975. 7èmes Journées Grenier de Theix, nov. 1974. Bull. Techn. C.R.Z.V. n° spécial, 1975.

HENRY M., 1974. Thèse Doct. Spécialité, Univ. Clermont-Fd.

JOURDAN J., BOUGIE B., CHAMEL A., 1976. AIEA, FAO, Vienne (26 février 1976).

JUSTE C., 1975. 7èmes Journées Grenier de Theix, nov. 1974. Bull. Techn. C.R.Z.V. n° spécial 1975, 151-159.

LAMAND M., PERIGAUD S., 1975. Ed. le Point Vétérinaire 24, rue de Joinville 94 700 MAISONS-ALFORT.

LAMAND M., 1976. Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, n° 25 (septembre).

PERIGAUD S., BELLANGER J., 1972. Bull. Techn. C.R.Z.V. n° 7, 17-22.

PERIGAUD S., TRESSOL J. C., AMBOULOU D., 1974. C.R. Acad. Agric. Fr., 13, 1049-1071.

PERIGAUD S., 1976. C.R. Travaux ATP Oligoéléments, rapport interne à l'I.N.R.A.

RICHET G., PERIGAUD S., LAMAND M., 1975. 7èmes Journées du Grenier de Theix, nov. 1974. Bull. Techn. C.R.Z.V. n° spécial, 162-167.

UNDERWOOD E.J., 1971. 3e Ed. Acad. Press, New York, London, 544 p.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A., 1976 (25) 45-49.

COMPLEMENTATION EN OLIGOELEMENTS DES RUMINANTS A PARTIR DES FOURRAGES ENRICHIS SUR PIED

II. - Digestibilité des éléments apportés

M. LAMAND

Station de Physiopathologie de la Nutrition

INTRODUCTION

Il vient d'être montré (PERIGAUD, 1976) que les sulfates sont trop lessivables aux intempéries (du printemps en particulier) et qu'à dose importante, ils risquent de brûler la plante. Les oxydes n'ont pas cet inconvénient : ils persistent, ne sont pas caustiques pour la plante, sont partiellement métabolisés par celle-ci et offrent donc une souplesse d'emploi très intéressante. Nous avons voulu examiner au niveau de l'animal la digestibilité du cuivre, du zinc et du manganèse ainsi apportés sur les fourrages et quantifier la teneur de la ration nécessaire avec les oxydes.

MATERIEL ET METHODES

La digestibilité des oligoéléments a été étudiée par la méthode des bilans : chaque lot comprenait 6 moutons de 40 à 50 kg dans la première expérience et de 25 kg dans les expériences suivantes. Les moutons ont été maintenus en cages métaboliques pour mesurer avec précision les quantités ingérées et celles excrétées sous forme de fèces. L'environnement des animaux ne comportait que du plastique pour éviter les contaminations.

Les échantillons représentatifs des aliments offerts, refusés et des fèces ont été analysés par spectrométrie d'absorption atomique après minéralisation nitroperchlorique (BELLANGER, 1971)

Dans la première expérience nous avons comparé les conséquences de la pulvérisation de sulfates et d'oxydes sur ray-grass anglais ou fétuques (produits commerciaux COFAZ). Les bilans étant réalisés sur 6 jours après deux semaines d'accoutumance. Dans les deuxième et troisième expériences nous avons étudié spécifiquement la digestibilité et la rétention du cuivre, de l'oxyde (CuO) et du sulfate, distribués à l'auge, mélangés à de l'ensilage : les 6 agneaux mâles, témoins, ont reçu de l'ensilage de maïs ou de l'ensilage de dactyle 2e cycle pendant toute l'expérience alors que l'autre lot de 6 moutons a reçu, avec l'ensilage, un supplément d'oxyde de cuivre pendant la période d'accoutumance (3 semaines) et la première période de mesure de 5 jours (4e semaine) pour recevoir ensuite du sulfate de cuivre apportant la même quantité de cuivre que précédemment pour une deuxième période de mesure de 5 jours (la 5e semaine). La période de transition entre les deux régimes a été réduite à un minimum, soit 3 jours.

RESULTATS

1ère expérience :

Dans les conditions de l'expérience et avec les doses utilisées (PERIGAUD, 1976), l'enrichissement du ray-grass avec les sulfate a été relativement faible et les digestibilités et les

rétentions ont été peu modifiées (tableau I). En revanche, l'enrichissement dû à la pulvérisation d'oxydes a modifié les teneurs plus nettement et de ce fait a significativement augmenté la rétention du cuivre, parfois la digestibilité et la rétention du zinc et du manganèse.

Il apparaît donc que l'oxyde de cuivre est partiellement digestible et peut donc augmenter la rétention de cet élément.

2ème expérience :

L'addition d'oxyde de cuivre tend à augmenter la rétention de cet élément (tableau II). Le coefficient de digestibilité du cuivre de l'oxyde est de 4,4 % (déduction faite de la rétention du cuivre de l'aliment seul) alors qu'elle est de 16,1 % pour le cuivre du sulfate.

3ème expérience :

Avec la quantité de cuivre ajoutée sous forme d'oxyde (tableau III) la rétention de cet élément a été significativement améliorée. Le coefficient de digestibilité du cuivre de l'oxyde est de 4,9 % alors qu'il est de 13,4 % pour le cuivre du sulfate. La digestibilité du cuivre de l'oxyde s'avère donc le tiers environ de celle du sulfate.

DISCUSSION

Le ray-grass anglais ayant reçu une pulvérisation foliaire avec un mélange de sulfates (tableau I) a été sans doute trop peu enrichi en cuivre pour que la rétention ait été modifiée, on ne peut donc rien conclure sur la digestibilité du cuivre de la plante enrichie par pulvérisation foliaire de sulfate dans ce cas. Dans ces essais (fétuque, ray-grass, ensilage de maïs, dactyle) la digestibilité du cuivre sous forme oxyde en additif ou après pulvérisation foliaire s'est avérée très comparable (respectivement 8,4 ; 4,4 ; 5,1 ; 5,2 %) soit de 5,8 % en moyenne. Pour le sulfate en additif minéral (tableaux II et III), la digestibilité du cuivre a été de 16,4 et 13,2 % soit de 15 % en moyenne. Dans la deuxième expérience, au début de la période d'accoutumance au régime, les animaux ont eu quelques troubles respiratoires qui se sont rapidement améliorés après traitement. Ils paraissaient en bonne santé au moment de la première période de mesure mais il est possible que cet incident explique l'augmentation brutale de la digestibilité du cuivre de l'ensilage pendant la deuxième période de mesure. Nous avons néanmoins conservé les résultats de cet essai parce qu'en définitive il n'y a pas réelle hétérogénéité avec les résultats des autres expériences.

Il apparaît donc que le cuivre de l'oxyde est environ trois fois moins digestible que celui du sulfate ce qui confirme les résultats de LASSITER et BELL (1960) et de CHAPMAN et BELL (1963). Il n'en demeure pas moins que si l'enrichissement en cuivre de la ration par l'oxyde est suffisante, la rétention de cet élément est significativement augmentée. La digestibilité du cuivre de l'oxyde est d'ailleurs du même ordre de grandeur que celle que nous avons observée pour les plantes étudiées (en moyenne 6 % ou 7,4 % selon qu'on tient compte ou non de la digestibilité du cuivre du dactyle de la 2e période de la 2ème expérience).

Pour les autres éléments, nos résultats confirment que le zinc de l'oxyde a une digestibilité comparable à celle du sulfate. MILLER et al. (1967) avaient d'ailleurs démontré que le zinc de l'oxyde était aussi digestible que celui du sulfate, du chlorure ou du carbonate. Il en est de même du protoxyde de manganèse (UNDERWOOD, 1962 ; WATSON et al., 1969).

Nous devons constater l'extrême hétérogénéité des résultats obtenus dans la première expérience avec cet élément. Peut-être s'agit-il de différences induites par les fourrages eux-mêmes.

On sait enfin que l'oxyde de cobalt peut être utilisé dans l'alimentation des ruminants. Bien qu'il soit insoluble, il est très bien utilisé par la flore du rumen (UNDERWOOD, 1971) pour la synthèse de vitamine B12.

Tableau I

Digestibilité des oligoéléments dans des fourrages verts ou ensilages enrichis par des sulfates ou des oxydes

		Ray-grass anglais 1er cycle, en vert		Fétuque lutine 1er cycle, ensilage		Ray-grass anglais 1er cycle, ensilage	
		Témoin	Sulfates	Témoin	Oxydes	Témoin	Oxydes
CUIVRE	Teneur mg/kg MS	6,6	10	8,2	35,5	5,7	23,1
	Digestibilité + %	10,3	7,3	7,0	8,1	3,5	4,2
	Digestibilité de l'élément seul ++ %	-	1,5	-	8,4	-	4,4
	Rétention mg/100 kg	1,7	1,9	1,3	7**	0,5	2*
ZINC	Teneur mg/kg MS	24,5	34,3	30,7	52	25,7	55,2
	Digestibilité %	3,3	6,0	6,9	11,2*	10,2	10,3
	Digestibilité de l'élément seul %	-	12,7	-	17,4	-	10,4
	Rétention mg/100 kg	2,3	5,4	5,0	14,5**	5,9	11,2
MANGANESE	Teneur mg/kg MS	64	71,9	76,6	98,9	50	75,5
	Digestibilité %	- 12,9	6,2*	8,7	6,5	9,7	17,1**
	Digestibilité de l'élément seul %	-	160	-	- 1	-	32
	Rétention mg/100 kg	- 13	10,9*	16,7	15,9	10,6	27,1**

* Résultat significativement supérieur ($P < 0,05$)
** Résultat significativement supérieur ($P < 0,01$)

\+ Digestibilité de l'élément total de la plante.

++ Digestibilité de l'élément venant de la pulvérisation.

Tableaux II et III

Comparaison de la digestibilité de l'oxyde et du sulfate de cuivre

		Teneur mg/kg MS	Digestibilité %	Rétention mg/100kg vif	Rétention mg/kg MS ingérée	Coefficient de digestibilité du cuivre
PERIODE I	Ensilage de maïs	4,9	4,6	0,64	0,22	
	Ensilage + oxyde de cuivre	11,3	4,9	1,34 NS	0,52	de l'oxyde : 5,1 %
PERIODE II	Ensilage de maïs	4,4	15,1	1,91	0,69	
	Ensilage + sulfate de cuivre	11,9	15,9	5,19*	1,9*	du sulfate : 16,4 %

NS : différence avec le témoin non significative

* : différence significative (P < 0,05).

		Teneur mg/kg MS	Digestibilité %	Rétention mg/100 kg vif	Rétention mg/kg MS ingérée	Coefficient de digestibilité du cuivre
PERIODE I	Ensilage de dactyle	5,9	5,2	0,91	0,3	
	Ensilage+ oxyde de cuivre	19,55	5,2	2,91*	1,0*	de l'oxyde : 5,2 %
PERIODE II	Ensilage de dactyle	6,2	5,2	1,09	0,3	
	Ensilage+ sulfate de cuivre	19,5	10,6	7,1*	2,1*	du sulfate : 13,1 %

* Différence avec le témoin significative (P < 0,05)

En conclusion les résultats obtenus permettent de quantifier le niveau de cuivre souhaitable dans les fourrages enrichis par l'oxyde. Les teneurs des fourrages se situent le plus souvent vers 5 mg Cu/kg MS et les apports recommandés pour les ruminants avoisinent 10 mg Cu/kg MS. On peut donc dans ces conditions apporter 5 mg de cuivre/kg MS sous forme de sulfate ou encore 15 mg de cuivre sous forme d'oxyde. Ce qui revient à dire que la teneur souhaitable d'un fourrage enrichi par l'oxyde de cuivre est de 20 mg Cu/kg MS environ. Avec une telle teneur, l'éleveur dispose de la même marge de sécurité qu'avec l'enrichissement avec un sulfate. Pour les autres éléments le zinc, le manganèse et le cobalt, les teneurs souhaitables restent inchangées vis-à-vis des besoins classiques puisque leurs oxydes sont suffisamment digestibles.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BELLANGER J., 1971. Ann. Nutr. Alim., 25 (5), B 59-B 96.

CHAPMAN H.L., BELL Jr et M.C., 1963. J. Anim. Sci., 22, 82-85.

LASSITER J.W., BELL M.C., 1960. J. Anim. Sci., 19 (3), 754-762.

MILLER W.J., BLACKMON D.M., HIERS J.M., FOWLER P.R., CLIFTON C.M., GENTRY R:P., 1967. J. Dairy Sci., 50, 715-721.

PERIGAUD S., 1976. Bull: Tech. C.R.Z.V. Theix (3).

UNDERWOOD E.J., 1962. Trace elements in human and animal nutrition. 2e ed. Acad. Press ed.

UNDERWOOD E.J., 1971. Trace elements in human and animal nutrition. 3e ed. Acad. Press ed.

WATSON L.T., AMMERMAN C.B., HILLIS W.G., AULSBROOK C.B., 1969. J. Anim. Sci., 29, 174.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A., 1976 (25) 51-57.

SUPPRESSION DE L'ALLAITEMENT DU DIMANCHE AUX VEAUX D'ELEVAGE

*J.L. TROCCON *, R. GIOVANNI ***

* Laboratoire de la Production Laitière
** Station de Recherches Zootechniques - RENNES

En matière de technique d'allaitement, les résultats acquis ces dernières années (HODEN, 1972 ; TROCCON, 1974) ont montré la possibilité de distribuer une quantité identique d'aliment d'allaitement en 1 repas par jour au lieu de 2 (7 repas par semaine contre 14) de la naissance au sevrage sans réduire les performances des veaux d'élevage et sans problèmes sanitaires particuliers. Cette méthode permet une économie importante de main d'oeuvre (40 p. 100 du temps d'allaitement).

Nous avons cherché à alléger encore le travail en supprimant l'allaitement du dimanche (6repas par semaine). Les résultats de 6 essais (I à VI) sont rapportés dans cet article.

CONDITIONS EXPERIMENTALES (TABLEAU II)

Dans les essais I et IV, les veaux d'élevage étaient des femelles (n = 116) issues de troupeaux expérimentaux mises en lot au fur et à mesure des naissances en tenant compte du génotype (HF x FFPN, HF x MO, MO). Dans les essais V et VI, les 62 veaux mâles FFPN achetés dans le commerce à 1-2 semaines d'âge ont été mis en lots après 1 semaine de présence sur les bases du poids vif et du gain de poids vif au cours de la première semaine.

Les veaux ont été élevés en stabulations paillées entravées (essais I, II, V) ou libres (essais III, IV, VI). Pour les veaux femelles, le colostrum a été offert en 2 repas par jour pendant les 4 premiers jours de vie. Pour les veaux mâles, le lait de remplacement a été offert en quantité très limitée, à faible concentration et en 2 repas par jour pendant la première semaine de présence. Les aliments d'allaitement de types ''veau de boucherie démarrage'' ont été distribués individuellement en 7 ou 6 repas par semaine jusqu'au sevrage selon les plans de distribution du lait de remplacement ci-joints (tableau I). Sauf dans l'essai V, la quantité d'aliment d'allaitement distribuée en 6 ou 7 repas lactés par semaine a été la même. La quantité d'aliment d'allaitement non distribuée le dimanche dans le cas du régime expérimental, a été ajoutée pour le 1/6 environ à la ration normalement distribuée en 7 repas par semaine au cours de la semaine précédente. L'allaitement normal des veaux a eu lieu le matin. Dans les essais I et II, la 1ère suppression de l'allaitement a eu lieu dès le 2éme dimanche de vie et le repas du samedi a été distribué en fin d'après-midi. Dans les essais III et VI, la première suppression a eu lieu le 3ème dimanche de vie ou de présence et le repas du samedi a été distribué le matin. Le sevrage a été différé si les veaux n'avaient pas gagné 17 kg au cours des 4 premières semaines (essais I et III) ou 22 kg au cours des 5 premières (essais II et IV) soit environ 600 g/j.

Les aliments concentrés apportant des minéraux (éléments majeurs et oligoéléments) présentés sous la forme de granulés de 5 mm de diamètre ont été offerts dès la 1ère semaine individuellement au seau (essais I, II, V) ou en libre service à l'auge (essais III, IV, VI) selon les modalités précisées dans le tableau II.

Tableau I

Plan de distribution du lait de remplacement - Cas de sevrages à 7 semaines

		Nombre de repas lactés par semaine	AGE (à partir de la naissance ou de l'arrivée des animaux)							
			JOURS		SEMAINES					
			1.2.3.4	5.6.7	2	3	4	5	6	7	8
Essais I,II,III,IV	Lait de remplacement (Kg/j) *	7	Colostrum (2 repas/ jour)	3,5	4,0	4,5	4,5	4,5	3,5	2,0	0
		6		3,5	4,5	5,0	5,0	5,0	4,0	2,5	0
Essais V,VI	Lait de remplacement (Kg/j)	7	2 à 4 (2 repas/jour)		3 à 3,5	5	5	4	3,5	2,0	0
		6			3 à 3,5	5,5	5,8	4,8	4,0	2,6	0
	g d'aliment d'allaitement Essai V	7 et 6	150		170	200	220	220	220	220	-
	/Kg lait de remplacement Essai VI		150		150 à 170	230	250	250	250	250	-

* Concentration unique de 220 g d'aliment d'allaitement par kg de lait de remplacement (220 g d'aliment d'allaitement + 780 g d'eau = 1 kg de lait de remplacement).

Les caractéristiques essentielles des fourrages offerts à volonté dès la 2ème semaine sont rapportées dans le tableau II. Le foin a été offert individuellement dans des filets (essais I et II) ou à l'auge (essai V). Dans les autres essais, les fourrages ont été offerts en libre service à l'auge.

Les veaux ont toujours disposé d'eau propre à volonté dans des seaux (essais I et II) ou à des abreuvoirs ordinaires (essais V et VI) ou chauffants (essais III et IV).

La nature et la fréquence des contrôles effectués dans chaque essai sont précisées dans le tableau II.

RESULTATS

I. - La suppression de l'allaitement du dimanche a peu d'effet sur les quantités de matière sèche ingérées :

Dans les essais III et IV, les veaux ayant reçu 6 repas par semaine ont été sevrés plus tard ($P < 0,10$) mais n'ont pas consommé plus d'aliment d'allaitement. La quantité ingérée d'aliments solides (aliment concentré plus foin) augmente le dimanche avec la suppression du repas lacté mais diminue en semaine car la quantité d'aliment d'allaitement offerte chaque jour est plus élevée en 6 repas qu'en 7. Ainsi, les quantités ingérées d'aliments solides ne sont pas différentes.

Cependant, dans l'essai II, les veaux recevant 6 repas par semaine ont consommé plus de foin de la naissance à 2 mois ($P < 0,001$). Par ailleurs, la quantité ingérée d'aliments solides de la naissance à 2 mois d'âge a été augmentée (+ 35 p. 100) pour les veaux HF × FFPN et diminuée (- 12 p. 100) pour les veaux MO dans les essais I et II lorsque le lait de remplacement a été offert en 6 repas par semaine au lieu de 7.

Les quantités ingérées à plus long terme n'ont pas été modifiées par la suppression de l'allaitement du dimanche (essai V).

II. - La suppression d'un repas lacté par semaine réduit peu le gain de poids vif des veaux :

La distribution de l'aliment d'allaitement en 6 repas par semaine au lieu de 7 a eu tendance à réduire le gain de poids vif des veaux de la naissance au sevrage (tous les essais) et à 3 mois (essais I,II,III) ou à 4,5 mois (essai V) mais faiblement ($P < 0,10$, essai II seulement). On peut ne pas attendre le 3ème dimanche pour supprimer le premier repas lacté, ni déplacer le repas lacté du samedi (essais I à IV) et l'âge au sevrage semble sans incidence (essai VI). Dans l'essai V, la suppression de l'allaitement du dimanche a pu limiter l'expression du potentiel de croissance des veaux (gain de poids vif de la naissance au sevrage inférieur non significativement) et diminuer la variabilité du gain de poids vif ($P < 0,01$) mais par la suite, la différence de gain de poids vif a diminué.

Cependant, dans les essais I à IV, les gains de poids vif de la naissance au sevrage ou à 3 mois des veaux femelles HF × FFPN ou HF × Mo ont été identiques avec 6 ou 7 repas lactés par semaine alors que ceux des veaux Mo ont été réduits de 16 p. 100.

III. - L'état sanitaire des veaux peut influencer leur réponse à la suppression de l'allaitement du dimanche

Les essais se sont déroulés dans des conditions sanitaires variées. Les diarrhées se sont toujours déclarées avant la 1ère suppression d'un repas lacté. Cependant, ces suppression ont pu maintenir un état maladif (essai I, cas des veaux Mo). L'existence de problèmes sanitaires a réduit l'appétit des veaux pour les aliments solides lorsque le repas du dimanche est supprimé (essai VI, sevrage à 7 semaines). Dans cet essai, la différence de gain de poids vif de la naissance au sevrage entre les veaux apparamment sains à 7 ou 6 repas lactés par semaine a été plus faible que pour l'ensemble des veaux (35 g/j au lieu de 54).

Tableau II

Influence de la suppression de l'allaitement du dimanche sur les performances des veaux d'élevage

Conditions expérimentales						
Essai (période hivernale)	I (1974-75)	II (1975-76)	III (1974-75)	IV (1975-76)	V (1974-75)	VI (1976)
Lieu	I.N.R.A. - S.E.I. - Marcenat (15)		I.N.R.A. - Orcival (63)		I.N.R.A. - Rennes (35)	
Animaux races* sexe origine nombre	HFxFFPN, FFPN, MO femelle troupeau expériment. 30	HFxFFPN, MO femelle troupeau experiment. 23	HFxFFPN, MO femelle troupeau expériment. 31	HFxFFPN, HFxMO femelle troupeau expériment. 32	FFPN mâle commerce (10-15j) 30	FFPN mâle commerce (10-15j) 32
Alimentation						
Allaitement : -durée minimale(sem)	6	7	6	7	7	5 ou 7
-aliment . MG %	21	21	20	22	18	18
. MAT %	22	22	22	23	24	24
Aliment concentré : - qualité**	1	2	1	2	3	3
- quantité	A volonté → 2kg/j	A volonté → 2kg/j	A volonté → 2kg/j	A volonté → 2kg/j	A volonté → 3kg/j	A volonté
Fourrage	Foin de dactyle 2° cycle (0,60 UF et 144g MAT), à volonté.	Foin de dactyle 2° cycle (0,58 UF et 146g MAT) à volonté	Foin de prairie naturelle 1° cycle (0,66 UF et 129g MAT), à volonté ou Ensilage d'herbe fléole-trèfle violet (0,57 UF et 187g MAT) à volonté	Ensilage d'herbe ray grass anglais avec (0,84 UF & 143g MAT ou sans pulpe (0,74 UF et 155g MAT) à volonté	Foin de ray-grass anglais (0,44 UF et 75g MAT) à volonté	Maïs déshydraté comprimé (0,69 UF et 100g MAT) à volonté
Contrôles - alimentation	individuels journaliers pour . le lait de remplacement . l'aliment conc.	individuels journaliers pour . le lait de remplacement . l'aliment conc.	en lot journaliers pour le lait de remplacement 4 fois/sem pour l'aliment concentré et les fourrages	en lot journaliers pour le lait de remplacement 4 fois/sem. pour l'aliment conc. et les fourrages	individuels journaliers pour le lait de remplacement, l'aliment conc. et le foin	en lot Journaliers pour le lait de remplacement, l'aliment concentré et le maïs déshydraté
- poids vif	pesées à la naissance, puis toutes les 2 semaines	pesées à la naissance, puis toutes les semaines	pesées à la naissance, puis toutes les semaines	pesées à la naissance, puis toutes les semaines	pesées à l'arrivée puis toutes les semaines	pesées à l'arrivée puis toutes les semaines
Etat sanitaire - diarrhées	bon	mauvais	très bon	bon	très bon	bon
- problèmes pulmonaires	bon	mauvais	très bon	très bon	bon	moyen

* Races : HF : Holstein ; FFPN : Frisonne ; MO : Montbéliarde - ** Qualité de l'aliment concentré :
1. Orge : 25 - Blé : 19 - Maïs grain : 30 - Tourteau d'arachide 50 extraction : 13 - Tourteau de colza toasté : 10 - CMV : 3 --- 200g MAT/kg MS
2. Orge : 30 - Maïs grain : 46 - Tourteau de soja 50 : 10 - Tourteau de colza toasté : 10 - CMV : 4 --- 180g MAT/kg MS
3. Orge : 30 - Féverole ou pois : 65 - CMV : 5 --- 210g MAT/kg MS

R é s u l t a t s

Nombre de repas de lait de remplacement/semaine	7	6	7	6	7	6	7	6	7	6	7	6
Age - au premier jeune(j)	-	12,1±3,1	-	11,6±2,2	-	16,1±2,5	-	17,8±2,2	-	19	-	25
- au sevrage (j)	46,1±5,0	46,4±5,3	52,8±4,8	55,3±7,1	46,1±3,4**	49,7±6,4	49,6±1,6**	51,7±0,5	45	45	35 ou 50	35 ou 50
- à la fin de l'essai (mois)	3	3	3	3	3	3	3	3	4,5	4,5	-	-
Poids vif (kg)												
- à la naissance ou à l'arrivée	37,8±5,4	39,1±6,3	36,9±6,3	39,0±6,4	41,4±4,8	40,5±6,1	40,9±4,2	41,3±2,9	42,1±1,3	41,8±1,6	45,0±2,4	46,7±3,5
- au sevrage	66,8±4,4	68,2±4,2	74,3±9,8	76,9±7,4	69,9±4,9	67,9±5,3	77,2±6,2	78,6±6,1	80,5±6,4	79,0±4,4	70,3±3,3	68,2±4,6
- à la fin de l'essai	92,8±10,8	92,7±6,6	105,3±10,4	104,8±10,4	105,0±12,2**	97,4±11,6	111,5±10,0	111,9±7,4	170,5±11,8	167,1±7,4	82,6±6,1	83,3±5,7
Gains de poids vif (g/j)												
- de la naissance ou de l'arrivée au sevrage	637 ±104	632 ± 94	709 ± 87	687 ± 81	625 ±101*	561 ± 115	734 ± 87	723 ± 94	894 ± 140	855 ± 51	699 ± 74	639 ± 90
- du sevrage à la fin de l'essai	578 ±170	545 ± 103	815 ± 78	786 ± 135	776 ±160	720 ± 173	830 ± 156	855 ± 110			785 ± 100	731 ± 104
- de la naissance ou de l'arrivée à la fin essai	605 ±120	589 ± 68	752 ± 55	722 ± 89	701 ±106**	626 ± 126	776 ± 90	776 ± 76	988 ± 88	961 ± 58		
Quantités ingérées												
. de la naissance ou de l'arrivée au sevrage												
- colostrum (kg)	18,8±3,0	17,9±4,9	18,5±3,3	19,5±3,8	-	-	-	-	-	-	-	-
- aliment allaitem. (kg)	31,2±1,7	30,2±2,6	39,4±3,7	40,6±7,1	31,5±1,8	33,0±3,0	38,0±1,3	38,8±4,2	37,00	33,15	28 ou 43	28 ou 43
- aliment conc. (kg MS)	7,2±3,4	5,8±3,0	9,8±7,9	9,7±3,8	8,1		11,5		11,2±4,6	12,4±3,3	4,47/13,23	4,80/9,07
- fourrage (kg MS)	2,7±0,8	3,6±2,1	1,5±0,9***	3,7±2,4	2,6		1,8		7,3±1,8	6,2±2,5	3,78/4,26	2,50/5,75
. de la naissance à 56 j												
- aliment conc. (kg MS)	17,7±8,5	16,2±7,2	13,0±6,7	13,4±7,8								
- fourrage (kg MS)	5,6±2,1	6,3±2,3	1,9±1,6	4,3±2,5								
. de la naissance ou de l'arrivée à la fin essai												
- aliment conc. (kg MS)			74,3 ±8,6		75,5		75,2		230,5±15,3	229,6±13,2		
- fourrage (kg MS)			28,4		25,8		18,5		64,8±10,7	60,7±15,1		

* P < 0,25 - ** P < 0,10 - *** P < 0,05 - **** P < 0,01

Tableau III

Influence de la suppression de l'allaitement du dimanche sur les performances des veaux d'élevage-résultats bibliographiques

Auteur (année)	Système d'allaitement repas/sem.	Nombre de veaux (race)	Age (j)		Aliments d'allaitement	Aliments solides concentré fourrage Kg MS		Poids vif (Kg)			Gain de poids vif (g/j)	
			sevrage	fin essai	Kg	naissance - sevrage	naissance fin essai	début essai	sevrage	fin essai	naissance - sevrage	naissance fin essai
PHELPS A. 1969	11	x(B,F)	35	84	11,7	x	x	44,2	60,2	101,1	450	681
	14		35	84	14,9			44,2	60,2	103,8	454	713
ATTLEE P. 1976	11	120	30	84	13,6	x	x	47,4	x	99,9	x	619
	14	120 (B.F)	30	84	13,6			47,2		99,2		624
WILSON J. 1968	6	16	35	56	12,8	18,2	41,9	x	x	x	265	443
	7	16 (B.F)	35	56	14,9	18,1	45,3				287	493
PHELPS A. 1969	6	x(B.F)	31	84	8,6	x	130,8	49,1	x	106,2	x	681
	7		34	84	11,3		129,4	49,0		106,7		686
GORILL A.D.L. 1972	6	16	28,3	105	10,2	7,1	101,2	41	49,0	104,5	323	620
	7	16 (H.F)	24,8	105	8,5	6,6	105,7	43	49,5	107,0	326	642

* Non précisé - Race : BF = British Friesian ; HF = Holstein Friesian.

Dans l'essai IV, les veaux nés en fin d'automne qui n'ont pas eu de problèmes sanitaires ont gagné plus de poids vif de la naissance au sevrage (+ 22 g/j) et à 3 mois (+ 68 g/j) mais ceux nés en début d'hiver en ont gagné moins en raison de l'apparition de cas de diarrhées (-43 g/j et - 67 g/j respectivement) lorsqu'ils ont reçu 6 repas lactés par semaine au lieu de 7.

Chez les veaux mâles FFPN, la différence de gain de poids vif entre les lots à 7 et 6 repas lactés par semaine n'a été que de 40 g/j de la naissance au sevrage dans l'essai V avec 4 kg d'aliment d'allaitement en plus mais dans de bonnes conditions sanitaires alors que les différences ont été de l'ordre de 60 g/j dans l'essai VI dans des conditions sanitaires moins bonnes et à quantité égale d'aliment d'allaitement.

CONCLUSION

Dans les conditions où nous l'avons pratiquée, la suppression de l'allaitement du dimanche aux veaux d'élevage a donné des résultats identiques aux essais anglosaxons conduits avec des sevrages plus précoces et des quantités d'aliments d'allaitement plus faibles (tableau III). A quantité égale d'aliment d'allaitement distribuée, le gain de poids vif de la naissance au sevrage ou à 3-4,5 mois a été peu réduit par la distribution de 6 repas lactés par semaine au lieu de 7. La première suppression d'un repas lacté peut être prévue dès le 2ème dimanche de vie à condition que les veaux disposent d'aliments solides et d'eau. Bien qu'adopté avec satisfaction dans certains élevages de l'Ouest, il sera parfois nécessaire de tenir compte de la race, de l'environnement climatique et de l'état sanitaire des animaux en fonction de l'objectif de gain de poids vif avant l'adoption de ce système d'allaitement.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A., 1976 (25) 59-64.

POSSIBILITES ET LIMITES DE L'ANALYSE BIOCHIMIQUE SANGUINE (" PROFILS METABOLIQUES ")

M. BROCHART

Station de Physiopathologie de la Nutrition

On assiste actuellement à un développement important de l'emploi des analyses sanguines chez les bovins, ceci dans le but de trouver la cause éventuellement alimentaire des troubles subcliniques plus ou moins bien définis et dont les causes sont multiples tels que faible viabilité ou croissance médiocre des veaux, infécondité ou baisse de production laitière des vaches, perte d'appétit, boiteries, etc... L'analyse chimique sanguine repose sur la notion d'homéostasie, à savoir que la concentration des composés sanguins varie normalement dans des limites relativement étroites ; il serait erronné cependant de croire que tout écart en plus ou en moins par rapport à ces normes traduit nécessairement une déviation parallèle des apports alimentaires et nécessite une correction de sens inverse.

I. VARIABLES SANGUINES ET HOMEOSTASIE

Une relative constance de la concentration sanguine est assurée avec efficacité pour quelques éléments à l'égard desquels l'organisme ne peut tolérer de variations importantes : calcium, sodium, potassium, glycémie des monogastriques. Cette relative constance est assurée par des mécanismes hormonaux antagonistes, permettant des régulations à court et long terme (figure 1), agissant sur l'appétit, l'absorption intestinale, le stockage ou la mobilisation des réserves, l'excrétion urinaire, fécale endogène, salivaire. Pour ces éléments, seules des anomalies importantes et durables des apports alimentaires se traduiront éventuellement au niveau sanguin par des variations de faible amplitude (nécessitant donc des techniques analytiques très sensibles et fiables). En revanche, une perturbation endocrinienne primaire et aigüe de la régulation peut avoir une traduction importante et rapide au niveau sanguin (cas de l'hypocalcémie vitulaire, de la tétanie d'herbage).

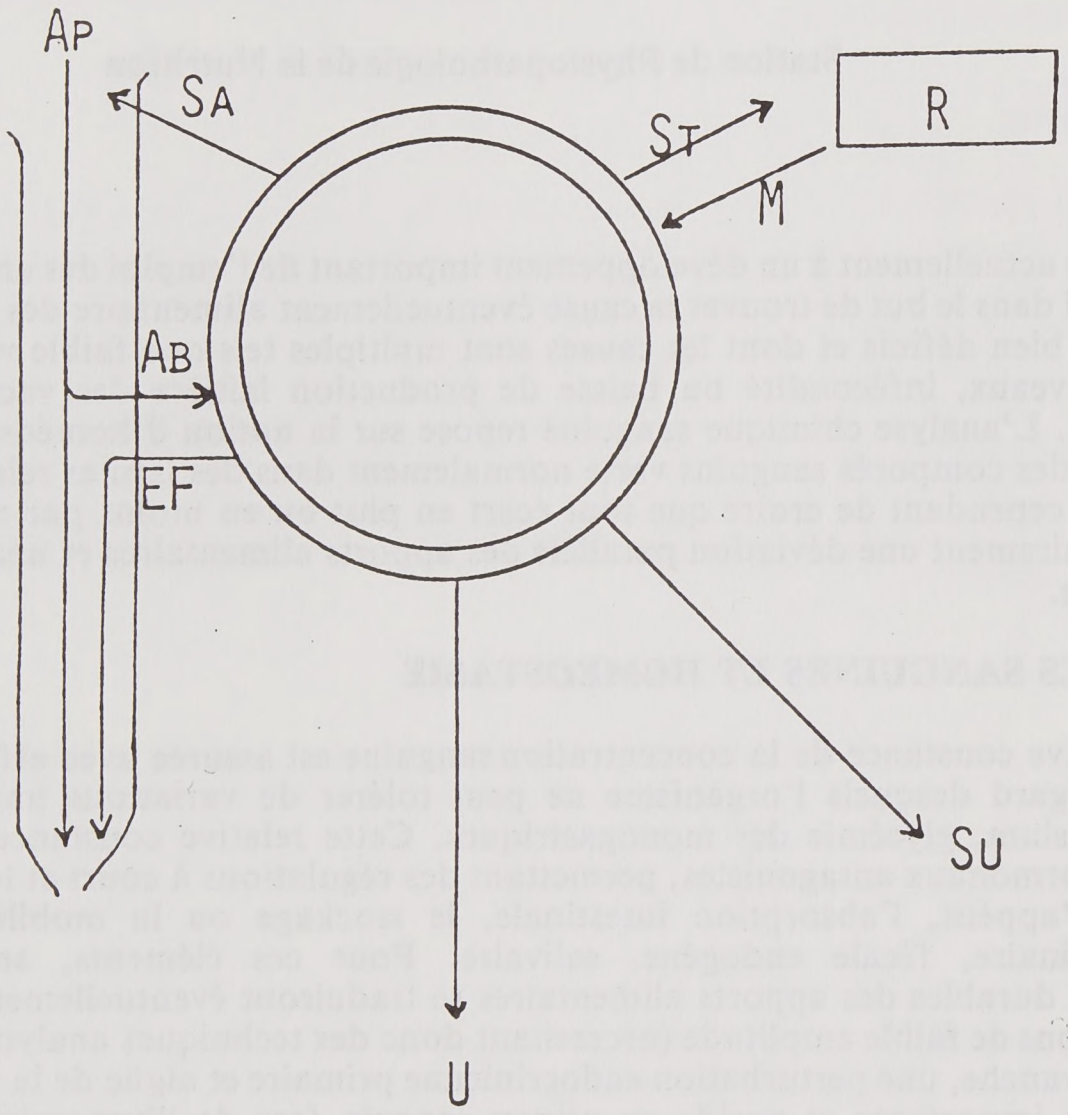
Une deuxième catégorie de constituants sanguins est régulée moins étroitement et est susceptible de varier dans une mesure un peu plus importante : ce sont les protéines totales, l'albumine, la glycémie des ruminants, l'hématocrite ; ce dernier paramètre exprime le rapport plasma/hématies, et varie notamment en fonction de l'hydratation plasmatique ; il contrôle donc le degré de dilution des constituants sanguins ; la mesure de l'hématocrite est par suite un préalable indispensable à l'établissement d'un "profil" sanguin.

Une troisème catégorie de constituants sanguins est régulée de façon plus ou moins étroite, mais l'organisme animal peut survivre à des variations importantes de leur concentration ; ce sont le cuivre, le zinc, les globulines, le phosphore minéral ; le magnésium plasmatique peut être rangé dans cette catégorie, mais il est aussi susceptible d'être affecté par une perturbation aigüe de sa régulation, comme c'est la cas dans la tétanie d'herbage.

Une quatrième catégorie de consituants sanguins varie dans des proportions considérables, ce sont notamment l'urée, les acides gras libres, les corps cétoniques, l'acide lactique, les acides aminés dont le niveau sanguin est très dépendant des apports et de la chronologie alimentaire et digestive.

Figure 1

Les mécanismes homéostatiques



AB : ABSORPTION INTESTINALE
AP : APPÉTIT
EF : EXCRETION FÉCALE ENDOGÈNE
M : MOBILISATION
R : RÉSERVES
SA : EXCRÉTION SALIVAIRE
ST : STOCKAGE
SU : EXCRÉTION SUDORALE
U : EXCRÉTION URINAIRE

II. - FACTEURS DE VARIATIONS NON ALIMENTAIRES DES CONSTITUANTS SANGUINS

Nous avons signalé précédemment le rôle des perturbations endocriniennes primitives, de l'hydratation plasmatique, qui dépend de l'apport en eau et des pertes hydriques non compensées, de la chronologie alimentaire et digestive. Les **émotions** entraînent une réponse d'une part de la médullosurrénale, avec hémodilution, hyperglycémie, augmentation des acides gras libres, d'autre part du cortex surrénalien avec hypernatrémie et hypokaliémie.

Les **variations saisonnières** et **circadiennes** de l'activité des glandes endocrines sont bien connues ; elles affectent les niveaux urinaires et sanguins de plusieurs constituants.

L'**âge** est un facteur de variation ; le taux de la glycémie, du phosphore minéral, du potassium, des globulines (en l'absence d'infection), du magnésium, diminue de la naissance au sevrage.

Le cycle reproductif influence la calcémie, la phosphorémie, la magnésémie.

La race semble avoir de l'influence sur certains paramètres.

La stimulation du système immunitaire en réponse aux infections entraîne une augmentation des globulines et de la céruloplasmine (et donc de la cuprémie).

Chez les vaches laitières, on a montré que **le niveau de production laitière** et la **saison** sont des facteurs décisifs de variation, ce qui amène à n'interpréter les résultats que par lots de vaches de mêmes stade et niveau de lactation, et intra-saison.

Il ressort donc à l'évidence de ces informations qu'il faut se garder d'utiliser un schéma explicatif simpliste pour interpréter les données de l'analyse biochimique sanguine.

III. - ECHANTILLONNAGE D'UNE POPULATION

PAYNE, dans les conditions britanniques d'assez grands troupeaux laitiers, recommande sept vaches par lot : a) taries, b) de niveau de production moyen, c) de niveau de production élevé. MICHEL préconise dans les conditions des petits troupeaux français 1 animal sur 4 pris au hasard ; il importe que le choix soit réellement fait au hasard et non dicté à l'exploitation ou au vétérinaire par des critères de docilité ou de pathologie clinique.

IV. - PRISE DE SANG ET PREPARATION DU PLASMA

On évitera le plus possible les stress ; ce n'est qu'en stabulation entravée et avec un personnel calme que ces conditions sont remplies. Dans le cas de stabulation libre ou au pâturage, il faut prévoir une mise à l'attache quelques heures avant la prise de sang, ce qui constitue déjà en soi un stress, mais inférieur à un éventuel rodéo. L'heure du prélèvement est déterminante pour les paramètres dépendant de la chronologie alimentaire et digestive, mais celle-ci étant énormément variable d'une exploitation à l'autre il est impossible de formuler des recommandations, au demeurant fort hasardeuses à faire respecter.

Des **contaminations** variées sont possibles lors de la récolte de sang ; les précautions à prendre ont fait l'objet d'une mise au point de M. LAMAND (1975).

L'alternative plasma ou sérum dans le choix du milieu le plus adéquat pour les dosages doit tenir compte du fait que les hématies peuvent libérer dans le sérum au cours de la **coagulation, dont la durée est éminemment variable** selon les individus, divers constituants tels que K, Zn, Mg qui sont en concentrations très supérieures dans les hématies. Il est donc préférable d'utiliser le

plasma ; il est nécessaire de centrifuger le sang hépariné rapidement après la récolte, c'est-à-dire sur place (coût d'une centrifugeuse portative : 1200 F. HT) et de conserver le plasma centrifugé au froid (glace fondante), faute de quoi il y a augmentation du phosphore minéral, par hydrolyse des esters phosphoriques, et baisse du taux de glucose et d'urée qui sont métabolisés par hydrolyse enzymatique et microbienne (les échantillons hémolysés ne peuvent être utilisés). Un dispositif récent de tube à prélèvement perdu permet le transfert du plasma dans un deuxième tube destiné à l'expédition sans pipettage. Si le plasma ne doit pas être dosé immédiatement il doit être congelé à - 20 °.

L'expédition au laboratoire doit se faire en boîte de polyester avec de la glace, ou mieux de la neige carbonique ; les conditions ne resteront favorables que pour un délai d'acheminement inférieur à 24 h. Ceci nécessite la création d'un réseau de laboratoires régionaux suffisamment dense pour que ce délai maximum soit respecté.

V. - INTERPRETATION DES RESULTATS - POPULATION DE REFERENCE

On peut à partir d'une grande population où l'on n'a pas différencié les sujets des exploitations ''saines'' et ceux d'exploitations ''à problèmes'' considérer que la moyenne est la valeur ''normale''. Les distributions des paramètres plasmatiques étant généralement de type log-normale (BROCHART, LARVOR et VISSAC, 1960), il convient de normaliser la distribution par transformation logarithmique si l'on veut définir une population comprise dans l'écart $\pm\sigma$ ou $\pm 2\sigma$; il convient évidemment alors de retransformer les valeurs logarithmiques en unités de mesure utilisées, ce qui donne des écarts asymétriques par rapport à la moyenne.

Il est toutefois plus satisfaisant de définir la population normale après avoir exclu les élevages atypiques au double plan sanitaire et zootechnique (fertilité, croissance, production de lait).

Enfin le critère de différenciation le plus important serait sans aucun doute **l'efficacité économique**, mais celle-ci reste à définir et à calculer sur une durée de vie entière ; nous n'en sommes pas encore là !

VI. - UNICITE DES METHODES D'ANALYSE ET D'INTERPRETATION

Il paraît souhaitable, nous l'avons dit, de développer un réseau national de laboratoires d'analyse biochimique ; il serait inconcevable qu'il n'y ait pas unicité des méthodes de dosage * et d'interprétation ; cette dernière, qui demande un temps qu'il ne faut pas sous-estimer, devra être très prudente et révisée périodiquement en fonction du ''feed-back'' apporté par les observations sur le terrain. Le contact fréquent entre le laboratoire et le terrain est donc indispensable, ce qui justifie également la création d'un réseau de laboratoires régionaux et d'un premier laboratoire pilote.

VII. - RAPPORT PRIX-PRESTATION

Le coût annuel de fonctionnement d'un laboratoire d'analyse automatique (équipement 300.000 F. environ) comportant un vétérinaire pathologiste de la nutrition, un ingénieur chimiste, un technicien et un agent de service peut être estimé actuellement à 280.000 F. Un tel laboratoire fonctionnant en continu peut exécuter par an environ 5.000 profils individuels à 11 paramètres. Le coût d'un profil individuel permettant l'autofinancement des seuls frais de fonctionnement serait donc de l'ordre de 56 F., soit pour une exploitation de 50 vaches et pour 12 profils un coût de 672 F., ce qui paraît acceptable pour une exploitation d'un bon

* *La création d'une chaîne d'analyses et l'utilisation d'un plasma étalon de référence, commun à tous les laboratoires, sont impératives.*

niveau de production. La probabilité de détection d'une ou plusieurs anomalies des paramètres d'un profil d'étable a été évaluée par PAYNE et collaborateurs sur une population d'élevages entrés dans une enquête sur la seule base de leur aptitude à coopérer à l'enquête et non sur la présence ou non de manifestations pathologiques ou de baisse de production (tableau I).

Tableau I

Fréquence des anomalies des paramètres biochimiques
dans 191 troupeaux
(Payne et al. 1974)

NOMBRE DE PARAMETRES ANORMAUX	NOMBRE D'ELEVAGES	%
0	24	12
1	53	28
2	63	33
3	31	16
4	15	8
5	4	
6	1	3

Le ''rendement'' semble donc assez élevé puisque 60 % des élevages présentaient des anomalies sur au moins 2 paramètres, et serait sans doute supérieur si l'on s'adressait uniquement à des''élevages à problèmes''.

En revanche, les dernières publications du groupe de Compton laissent peu d'espoir quant à la possibilité de suivre au moyen des profils systématiques l'efficacité du rationnement. Ceci était prévisible, car on se retrouve pour les élevages sans pathologie dans la zone des faibles variations autour de la moyenne des paramètres plasmatiques, et l'interférence des nombreux facteurs non alimentaires rend l'interprétation des données analytiques très aléatoire.

VIII. - CONCLUSIONS

A la condition de respecter un assez grand nombre de précautions, l'analyse biochimique plasmatique est susceptible de fournir, pour un coût acceptable pour l'éleveur ayant atteint un bon niveau de production, des informations intéressantes dans le cas de troubles pathologiques mal définis cliniquement ou de baisse notable de production inexplicable par l'examen du rationnement et l'analyse des fourrages, **préalables indispensables à la mise en oeuvre de l'analyse sanguine** et qui éviteront souvent de recourir à celle-ci.

Le développement des méthodes intensives de production ne fera qu'accroître la fréquence des troubles nutritionnels ou métaboliques dont le diagnostic nécessite l'intervention de l'analyse biochimique plasmatique.

Il paraît nécessaire dans ces conditions que notre pays développe un réseau de laboratoires spécialisés dans ce type d'analyses.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BARLET J.P., 1969. Ann. Rech. Vét., 1969, (2) 93-100.

BROCHART M., LARVOR P., VISSAC B., Ann. Zoot. 1960. (1) 5-68.

BROCHART M., 1975. Elevage Bovin, 1975, 12, 53-58.

BROCHART M., 1976. C.R. Journées d'Informations vétérinaires ITEB 20-21/ 1/ 76.

DARDILLAT J., 1973. Ann. Rech. Vét., 4 (1), 197-212.

FAYET J. C., 1968. Ann. Rech., Vét., 1968 (1), 109-115.

LAMAND M., 1965. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys., 5 (2), 309-15.

LAMAND M., 1975. Journées du "Point Vétérinaire" Paris 16-17 oct. 1975.

LARVOR P., 1962. Ann. Zoot. 11 (2), 135-149.

LARVOR P., BROCHART M., 1959. Ann. Zoot. 1959. 1, 57-80.

LARVOR P., BROCHART M., 1961. Proc. 7th Meeting European Assoc. Anim. Prod. Stockholm 7-11 juin 1960, 136-142.

MICHEL M.C., 1973. Ann. Rech. Vét., 4. (1) 113-24.

MICHEL M.C., 1975. Bulletin GTV janvier 1975.

PAYNE J.M., ROWLANDS G.J., MANSTON R., DEW S.M., PARKER W.H. 1974. Br. vet. J. 130, 30-44.

RUSSEL A.M., 1974. Vet. Rec. 95 (6), p. 131.

WOLTER R., 1975. Journées du "Point Vétérinaire" Les minéraux et les vitamines Paris 16-17 oct. 1975. Tome 2, 157-174.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A., 1976 (25) 65-89.

ALIMENTATION DES RUMINANTS EN PERIODE DE PENURIE FOURRAGERE *

Ce texte a été préparé par J. ANDRIEU, C. BERANGER, C. DEMARQUILLY, J.P. DULPHY, Y. GEAY, A. HODEN, R. JARRIGE, M. JOURNET, G. LIENARD, M. PETIT, B. REMOND, M. THERIEZ et P. THIVEND

(I.N.R.A. - Département de Recherches sur l'Elevage des Ruminants)

et J. LEGENDRE (I.T.E.B. - Equipe ''Vaches allaitantes'' - Theix)

De tout temps la sécheresse a été l'ennemie des éleveurs d'herbivores. Elle a pris cette année une gravité exceptionnelle, qui s'accroît chaque jour, parce qu'elle a sévi dès le début du printemps (voire dès l'hiver) et qu'elle a été renforcée par des gelées tardives dans certaines régions et, plus récemment, par des températures très élevées dans tout le pays. C'est en effet au printemps et dans la première moitié de l'été que la croissance maximum des diverses plantes fourragères permet 1 °) à tous les animaux d'avoir une production maximum au coût le plus bas, qu'il s'agisse de la production laitière, du croît des animaux d'élevage ou à l'embouche ou de la reconstitution des réserves corporelles des femelles allaitantes et 2 °) aux exploitants de récolter la majeure partie des réserves fourragères pour l'hiver, tout au moins dans les zones herbagères.

Les dégâts causés par la sécheresse actuelle sont déjà énormes. Ils vont devenir catastrophiques si des pluies suffisantes n'arrivent pas à temps pour sauver les maïs, faire repousser l'herbe et permettre des cultures fourragères d'appoint. Les problèmes posés par la sécheresse pour l'alimentation des animaux n'ont commencé que depuis quelques semaines, avec une acuité variable selon les régions, mais ils vont se poursuivre jusqu'à la mise à l'herbe du printemps 1977.

Il s'agit pour l'élevage national d'atteindre ce cap sans avoir perdu de ses potentialités, c'est-à-dire en tout premier lieu en conservant son effectif de femelles. C'est là un objectif ambitieux qui requiert d'abord un effort financier certainement très important de la part de la collectivité ; il exige aussi une stratégie clairement définie avec un plan de mesures précises et bien programmées qui permette aux éleveurs de savoir où ils vont et leur donne les moyens de limiter les abattages de femelles.

Ce texte essaie de résumer les connaissances sur la valeur alimentaire et les limites d'utilisation des matières premières qui sont généralement peu ou pas utilisées, et de présenter un certain nombre de propositions, ou de conseils, concernant l'alimentation des troupeaux jusqu'au printemps prochain.

** Texte rédigé et adressé à tous les abonnés de ce bulletin, aux Directions départementales de l'Agriculture, aux différents organismes agricoles et à la presse au cours de la première quinzaine de juillet.*

I. - CALENDRIER DES PROBLEMES ALIMENTAIRES A SURMONTER

Période actuelle de manque d'herbe

L'objectif majeur est de maintenir le troupeau dans un état nutritionnel et sanitaire suffisants pour qu'il puisse tirer le meilleur parti des repousses d'herbe et des fourrages attendus après les pluies.

Dans cette perspective il faut s'efforcer de limiter la diminution de la production des vaches laitières de façon à ce qu'elle ne soit pas irréversible. En revanche, le tarissement des brebis allaitantes qui seraient encore en lactation s'impose ; il ne faut pas les laisser s'épuiser à produire une petite quantité de lait qui est d'ailleurs trop faible pour assurer une bonne croissance à l'agneau. D'une façon générale les animaux non en production et en bon état au départ, peuvent affronter les périodes de restrictions alimentaires relativement longues sans perdre de leur capacité de récupération par la suite. De plus tant que les pâtures ''paillassons'' ne sont pas rasées jusqu'à la terre, ils y trouvent des quantités d'éléments nutritifs plus importantes qu'on ne pourrait le croire, du fait de la forte teneur en matière sèche de l'herbe.

Les éleveurs ont déjà certainement tout mis en oeuvre pour mobiliser toutes les matières alimentaires disponibles sur la ferme ou dans les environs. Par exemple les feuilles de certains arbres peuvent constituer un apport appréciable ; elles étaient traditionnellement utilisées en cas de disette estivale ou en raison de leur valeur alimentaire. D'après les études anciennes, les plus appréciées seraient celles de frêne, d'acacia, de peuplier... En été les feuilles vertes contiennent en général de 0,45 à 0,55 UF et de 90 à 120 g de MAD par kg de matière sèche (de 25 à 30 % de la matière fraîche), mais celles de l'acacia auraient une valeur beaucoup plus élevée (tableau I). On sait que les feuilles de certains arbres ne peuvent pas être distribuées, soit parce qu'elles contiennent des produits nocifs (if, feuilles de chêne au printemps...), soit parce qu'elles ne sont pas acceptées par les animaux. Dans certaines régions il est possible d'utiliser des drêches de brasserie fraîches (cf plus loin) dont la production bat son plein, des excédents de récolte de fruits ou de légumes qui seraient voués à la destruction (tomates, bananes...).

Dans les régions les plus touchées les animaux reçoivent un régime de type hivernal, à base de fourrages conservés ou des aliments de secours qui sont examinés dans les chapitres suivants. Il faut cependant s'efforcer de sauvegarder pour l'hiver prochain la quantité minimum de fourrages de qualité nécessaire pour préparer des rations de bonne valeur nutritive et hygiénique pour les animaux à fort besoin (fin de gestation et début de lactation). Enfin, quelle que soit la catégorie d'animaux ou la ration, la complémentation minérale doit être libérale et bien équilibrée.

Période de repousse après les pluies

Il va de soi que les pluies devront être valorisées au mieux pour obtenir la production fourragère maximum utilisable en vert ou sous forme conservée : fertilisation des prairies, cultures dérobées : crucifères (colza, choux), mais aussi tournesol, sorgho, voire maïs dans certains cas... (cf le tract diffusé par le SEI de l'INRA).

Le passage de la ration de disette actuelle à une herbe jeune doit être effectué de façon progressive, comme lors de la mise à l'herbe au printemps. Il faut en effet laisser à la population microbienne du rumen, puis à l'organisme de l'animal, le temps de s'adapter, si on veut éviter les accidents digestifs ou métaboliques. On devra tout particulièrement prendre garde aux maladies parasitaires. Les animaux ont été beaucoup moins infestés au cours de la période de sécheresse et ont de ce fait une immunité plus faible que dans les conditions normales. De plus, en raison des restrictions alimentaires, ils sont moins résistants et manifestent des troubles accrus, qu'il s'agisse des troubles digestifs ou des troubles pulmonaires. Il est recommandé de les traiter avec des antihelminthiques polyvalents dans les deux semaines qui suivent la chute de pluies suffisantes pour relancer la végétation.

Les crucifères : les choux et plus encore le colza, vont être sans doute les plus utilisés en culture dérobée. Elles ont une valeur nutritive élevée qui diminue relativement peu avec l'avancement de la végétation (tableau I). Elles contiennent malheureusement des substances antithyroidiennes (VTO) et anémiantes (SMCS) qui sont surtout dommageables aux jeunes Ruminants et qui pourraient l'être aussi à la vitalité des nouveaux-nés, tout au moins à celle des agneaux.

Il faudrait que la pluviométrie de l'été et les températures de l'automne permettent de prolonger la saison de pâturage et de remettre les animaux en état satisfaisant avant la période d'hivernage. Cela va de soi pour les vaches laitières vêlant en automne. C'est aussi le cas des vaches allaitantes et des animaux d'élevage ; seuls peuvent subir une restriction hivernale, ceux qui ont des réserves corporelles suffisantes au début de la période de stabulation. On facilitera à coup sûr la remise en état des vaches au pâturage en les tarissant un peu plus tôt que d'habitude.

Dans le cas des brebis il serait opportun de retarder la lutte d'automne pour réduire la durée de la période de besoins élevés (fin de gestation - début de lactation) en régime d'hivernage en la reportant sur le printemps suivant. La lutte peut avoir lieu en novembre-décembre pour la plupart des races françaises. Elle devra être accompagnée par une suralimentation (flushing) commençant de 2 à 3 semaines avant l'introduction du bélier et se poursuivant jusqu'à un mois après celle-ci. Faute de poursuivre le flushing après le début de la lutte, on risque de perdre tout le gain de prolificité acquis avant. Il peut être obtenu soit avec un pâturage abondant (mais difficile à obtenir dans la plupart des régions si on retarde la lutte), soit avec la distribution de 300 à 400 g d'aliment concentré par brebis.

Période hivernale

L'alimentation du troupeau pendant l'hiver prochain est, à terme, le problème le plus grave posé par la sécheresse surtout si, par malheur, un hiver précoce et rigoureux succédait aux hivers cléments que nous venons de connaître.

Elle doit être prévue et organisée dans les prochaines semaines. D'une part il apparaît possible d'évaluer le déficit actuel en fourrages conservés dans les différentes régions puis d'estimer ce qu'il sera effectivement à l'entrée de l'hiver, en faisant différentes hypothèses sur la pluviométrie et les autres données climatiques jusqu'à l'automne (c'est ainsi que le devenir du maïs pour ensilage se joue aux alentours du 10 juillet). D'autre part, le montant de la récolte de céréales (et de pailles) va être connu dans la deuxième quinzaine de juillet et les prévisions de récolte de betteraves seront plus précises. A partir de ces différentes données on devrait connaître dès la fin juillet la plage dans laquelle se situera le déficit d'aliments pour l'hivernage dans les différentes régions, et en déduire les mesures techniques et financières à prendre.

Pour faire face à la disette actuelle, de même que pour combler le déficit de l'hiver prochain, il est nécessaire de mobiliser toutes les ressources alimentaires disponibles qui sont peu ou mal utilisées en année normale. Leur valeur nutritive et les possibilités de leur utilisation vont faire l'objet du chapitre suivant.

II. - VALEUR NUTRITIVE ET LIMITES D'UTILISATION DE QUELQUES RESSOURCES ALIMENTAIRES

Grâce aux études réalisées par l'INRA au cours des 10 dernières années, la valeur nutritive de la plupart des aliments d'appoint est correctement connue, de façon moins précise cependant que celle des fourrages habituels. Nous l'exprimerons en UF LEROY et en MAD pour faciliter le calcul des rations en attendant la sortie des Recommandations nouvelles (avec les 3 UF) qui ont été proposées lors des dernières Journées du Grenier de Theix. Il faut souligner que la valeur énergétique des fourrages peu digestibles ainsi exprimée est sensiblement inférieure (jusqu'à 30 % pour les pailles) à la valeur réelle pour les animaux à l'entretien (la sous-estimation étant toutefois plus limitée qu'avec les valeurs exprimées en UF engraissement de LEHMANN-BREIREM

utilisées dans les tableaux de la valeur alimentaire des fourrages). Cela explique que les plans de rationnement à base de paille proposés pour les animaux à faible besoin semblent ne pas couvrir leurs besoins théoriques.

Ensilages de plantes entières de céréales

Par suite de la sécheresse, de nombreuses cultures de céréales (blé - orge) ont été récoltées sous forme d'ensilage de plantes entières. La valeur nutritive de ces ensilages, qui dépend pour une large part de leur teneur en grain, doit être cette année plus faible et surtout nettement plus variable qu'en année ordinaire. Les valeurs énergétiques mentionnées dans le tableau II ne sont donc qu'indicatives.

S'ils ont été récoltés au bon stade (% de M.S. compris entre 30 et 40 %) et hachés très finement (notamment dans le cas d'orge) les ensilages de blé, d'orge et d'avoine se réussissent facilement et peuvent être consommés en quantités élevées : de 1,9 à 2,2 kg de M.S./100 kg de poids vif dans le cas du mouton. Ils sont ingérés en quantités nettement plus faibles, s'ils sont récoltés soit aux environs de la floraison (0,9 kg dans le cas extrême du seigle), soit au stade pâteux et hachés trop grossièrement (1,5 et 1,3 kg respectivement dans le cas du blé et de l'orge).

Distribués comme seul fourrage à des génisses de 2 ans ou avec 2 kg de foin de pré à des génisses de 1 an, les ensilages de blé et d'avoine en coupe basse ou moyenne ont été ingérés en quantités importantes dans les essais réalisés à Orcival (en moyenne de 2,0 kg - de 1,6 à 2,4 kg de M.S./100 kg de poids vif). Associés à 1 kg d'aliment concentré destiné essentiellement à apporter de l'azote, des minéraux et des oligo-éléments, ces ensilages ont permis d'obtenir des croissances satisfaisantes entre 500 et 750 g/jour. De même, offerts à volonté comme seul fourrage à des taurillons recevant par ailleurs 3 kg d'aliment concentré, ils ont assuré des gains de poids vif journaliers de 1250 g/j.

Les ensilages de céréales correctement conservés peuvent aussi être distribués à volonté comme constituant unique de la ration de base des vaches laitières. Les niveaux d'ingestion sont alors compris entre 2,2 et 2,5 kg M.S./100 kg de poids vif si l'apport de concentré est faible (inférieur à 2 kg) et entre 1,5 et 2,0 kg si l'apport de concentré est élevé (1 kg/3 kg de lait). Ces ensilages permettent de couvrir les besoins énergétiques d'entretien des animaux et ceux correspondant à une production laitière de 2 à 6 kg de lait suivant les essais. Ils nécessitent une complémentation énergétique et azotée importante dans le cas d'animaux en production, ainsi qu'une complémentation minérale appropriée en raison des risques de carence. Il faut souligner que les animaux doivent être habitués progressivement (8 à 10 jours minimum), notamment quand ils reçoivent des ensilages de blé à cause de risques digestifs (indigestion, acidose) pouvant entraîner la mort. En revanche, aucun risque d'empoisonnement par les résidus des traitements pesticides ou fongicides n'est à craindre si les traitements ont eu lieu plus de trois semaines avant la récolte.

Pour ce qui est des maïs sans grain ou très pauvres en grain par suite de la sécheresse, leur production de matière sèche par hectare, (ainsi que leur teneur en matière sèche), peut continuer à augmenter durant le mois qui suit la floraison alors que leur valeur énergétique diminue régulièrement. On aura donc intérêt à attendre de trois semaines à 1 mois après la floraison pour les ensiler de manière à avoir une production par hectare maximum et une valeur nutritive pas trop faible dans la mesure où la teneur en matière sèche a au moins atteint 25 % pour que les pertes par jus ne soient pas trop importantes. Cependant une récolte effectuée plus tôt après la floraison, même si la teneur en matière sèche n'a pas atteint 25 %, peut être intéressante si elle permet de mettre en place une culture dérobée (colza, raves, etc...). Ces ensilages de maïs pauvres en grain ayant une valeur énergétique plus faible et étant consommés en plus faibles quantités (teneur en matière sèche faible) que des ensilages de maïs normaux, la distribution d'aliment concentré aux vaches laitières devra être plus importante qu'avec les ensilages de maïs normaux.

Pailles

Les pailles de blé, d'orge, d'avoine, de seigle sont pauvres en matières azotées (de 3,0 à 3,5 % en moyenne) et en minéraux (exception faite du potassium), notamment en oligo-éléments. Elles sont très chargées en membranes (de 40 à 50 % de cellulose brute) qui sont fortement lignifiées (de 15 à 20 %) (tableau I). Leur teneur en vitamine A est pratiquement nulle.

Elles sont donc peu digestibles et consommées en quantité faible, la paille d'avoine étant cependant supérieure à celles d'orge ou de blé, elles-mêmes supérieures à celle du seigle. Quant elles sont distribuées seules, la digestion des pailles et aussi leur ingestion, sont limitées par le fait qu'elles n'apportent pas assez d'azote et de certains minéraux pour assurer une croissance et une activité normale des micro-organismes du rumen. Il est donc indispensable de les complémenter en ces éléments. La teneur en matières azotées doit être notamment amenée aux environs de 7 % par addition de tourteau, de farine de luzerne ou d'urée ; cette dernière est bien utilisée dans la mesure où elle est apportée de façon fractionnée dans la journée (minimum deux distributions) et associée à un aliment riche en énergie (céréales, mélasse, pulpe, ...) et à des minéraux, notamment du soufre.

La valeur nutritive de ces pailles correctement complémentées en azote et minéraux est donnée dans le tableau II. La valeur énergétique est généralement comprise entre 0,25 et 0,30 UF par kg de matière sèche ; la teneur en matières azotées digestibles est si faible (< 5 g) qu'il vaut mieux ne pas en tenir compte dans le calcul des rations. Les valeurs données sont, bien sûr, des moyennes car la valeur nutritive peut varier avec les conditions de récolte (elle est d'autant plus faible que la teneur en matière sèche lors du battage est élevée par suite des pertes plus importantes de feuilles et que le ramassage est fait plus longtemps après) et de la variété : les variétés d'hiver sont généralement un peu moins digestibles (de 1 à 2 points) que celles de printemps.

Même lorsqu'elles sont correctement complémentées et offertes à volonté comme aliment presque unique de la ration, le niveau de consommation est faible et il n'atteint son maximum qu'après une assez longue période d'adaptation (de 4 à 6 semaines). Ce maximum est de l'ordre de 1,3 - 1,5 kg de matière sèche par 100 kg de poids vif (tableau II) pour les pailles de blé et d'orge ; il est nettement plus faible pour la paille de seigle (il vaut mieux la réserver pour la litière) et plus élevé pour celle d'avoine (1,5 à 1,7 kg p. 100 kg P.V.).

Traitement des pailles. Même complémentées en azote et offertes à volonté, les pailles de céréales n'arrivant pas à couvrir à elles seules les besoins énergétiques d'entretien des animaux, de nombreux travaux ont été effectués dans le monde pour améliorer leur valeur alimentaire. Une des méthodes les plus efficaces est le traitement par la soude, qui, en attaquant la lignine, permet d'augmenter la digestibilité des membranes (JOUANY, 1975). Les doses d'emploi sont le plus souvent comprises entre 40 et 60 g de soude pure (c'est-à-dire en paillettes) par kg de paille, l'attaque se faisant par voie ''sèche'' ou ''humide''.

Dans la voie ''sèche'', une petite quantité de solution concentrée de soude (300 ml d'une solution à 15-20 % de soude par kg de paille) est pulvérisée sur la paille hachée ou broyée en malaxant avec soin pour obtenir une répartition homogène. La paille traitée est alors agglomérée. L'augmentation très importante de la pression et de la température lors du passage dans la presse permet à la soude d'agir efficacement en quelques secondes sur la paille. Dans la voie ''humide'', on emploie de 40 à 60 g de soude pure diluée dans 2 à 3 litres d'eau par kg de paille. La paille est arrosée de façon homogène avec cette solution de soude diluée qu'on laisse agir au minimum pendant 24 heures, en remuant 2 ou 3 fois, avant la distribution de la paille aux animaux.

Qu'elle soit traitée par voie ''sèche'' ou par voie ''humide'', la paille peut être distribuée telle quelle aux animaux sans lavage ni neutralisation, le sodium étant facilement éliminé par le rein dans la mesure où les animaux ont de l'eau à leur disposition. Amenées à 8 % de matières azotées par de l'urée ou des tourteaux, et enrichies en minéraux, ces pailles traitées ont une valeur

énergétique voisine de 0,60 UF/kg de M.S., comparable à celle d'un bon foin de graminées et leur niveau de consommation est augmenté de 25 à 30 %.

Les autres pailles de graminées porte graine et de légumineuses à graines, sont plus riches en azote, notamment celles de légumineuses, et en énergie (de l'ordre de 0,40 UF par kg de M.S.) que les pailles de céréales. Elles sont aussi consommées en plus grande quantité. En revanche, certaines pailles, comme celle de colza, ont une valeur alimentaire beaucoup trop faible pour être distribuée aux Ruminants.

Les cannes de maïs sont moins riches en membranes et surtout moins lignifiées que les pailles de blé et d'orge. Elles ont donc une valeur énergétique nettement plus élevée (de l'ordre de 0,50 UF par kg de M.S.), voisine de celle de foins moyens de graminées. A la récolte elles contiennent environ deux fois plus d'humidité que le grain : par exemple 60 % si celui-ci est récolté à 30 %. Séchant difficilement, les cannes de maïs doivent être ensilées, sauf conditions climatiques exceptionnelles et cela le plus tôt possible après la récolte du grain parce que leur valeur diminue progressivement par suite de pertes de feuilles et que leur ensilage devient difficile à réussir si leur teneur en matière sèche est supérieure à 40 % (il faut alors ajouter de l'eau). A des teneurs plus faibles, l'ensilage des cannes est facile à réussir à la condition de hacher finement, de bien tasser et d'éviter l'incorporation de terre.

D'après les données américaines et les quelques essais effectués par l'I.T.E.B., le niveau de consommation des ensilages de cannes serait compris entre 1,3 et 1,9 kg de M.S. pour 100 kg de poids vif selon la qualité de leur conservation et l'importance de la quantité d'aliment concentré complémentaire.

Sous produits de la culture des betteraves sucrières

Les sous-produits de la betterave à sucre sont bien connus et déjà largement utilisés dans l'alimentation animale.

Les pulpes ont une teneur en matières azotées moyenne mais celles-ci sont très peu solubles (environ 10 %), tant après déshydratation qu'après ensilage, de sorte que les pulpes se prêtent très bien à une complémentation azotée sous forme d'urée. Elles sont très riches en glucides membranaires, mais très peu lignifiées (teneur en lignine d'environ 3 % de la M.S.) donc très digestibles. Elles sont très riches en calcium, bien pourvues en potassium, sodium, magnésium et fer mais trop pauvres en manganèse, cuivre, phosphore et zinc (tableau I).

Les pulpes peuvent s'utiliser fraîches, déshydratées ou ensilées. Qu'elles soient humides (8-10 % M.S.) ou surpressées (17-20 % M.S.), elles sont parmi les aliments les plus faciles à ensiler. Pour réussir un excellent ensilage, il faut cependant prendre certaines précautions dans le cas des pulpes surpressées : elles ne doivent pas séjourner sur le carreau de l'usine car elles fermentent très vite et elles gagneraient certainement à être ensemencées en ferments lactiques, ceux-ci étant détruits par la chaleur lors des opérations d'extraction du sucre alors que les spores butyriques ne le sont pas. Les silos doivent être remplis et fermés rapidement (deux jours au maximum).

Les pulpes ont une digestibilité élevée et une valeur énergétique voisine de 0,95 UF ; et une teneur en MAD comprise entre 60 à 70 g par kg de M.S. (tableau II).

Du fait de leur teneur élevée en glucides membranaires, les pulpes peuvent être consommées en quantités importantes (jusqu'à 80 % de la ration), sans provoquer d'ennuis digestifs. Ces glucides donnent naissance à une proportion importante d'acide acétique dans le rumen (70 % ou plus des acides gras volatils totaux), acide qui n'est pas très bien utilisé pour l'engraissement ; en dépit de leur valeur énergétique élevée, les pulpes doivent donc être complémentées par 1 ou 2 kg de céréales (et bien sûr par du tourteau et ou de l'urée) pour assurer une bonne finition des

Tableau I

Composition chimique et digestibilite de la matière organique de quelques ressources alimentaires

ALIMENTS	Teneur M.S. %	Digestibilité de la M.O. %	p.100 de la M.S.			Minéraux par kg de matière sèche							
			M.A.T.	Cellulose brute	Cendres	Ca g	P g	K g	Na g	Mg g	Zn mg	Mn mg	Cu mg
Feuilles d'arbres :													
- Frêne	27	55	18	15	8	24,0	1,9	14,5	0,3	5,6	49	41	18
- Acacia	25	68	27	16	11								
Choux	12-14	83	15-17	20	10	20	3,5	35	4,0	2,0	50	45	5
Colza immature	12-13	80	18-25	20	15	17	3,5	25	1,5	1,5		110	7
Raves avec feuilles	9	85	15	25	10	5,5	4,5	47	5,5	1,5		47	
Ensilages de céréales immatures (plante entière - stade laiteux-pâteux) :													
- blé	35-40	60	9	28	8	2,7	2,3	20	0,3	1,3	22	42	10
- orge	35-40	65	9	25	8	3,2	2,6	-	0,3	1,4	-	30	5
- avoine	35-40	55	8	30	8	3,1	2,5	20	-	1,4	25	93	6,5
- seigle	35-40	55	8	30	8	3,1	2,8	20	-	1,2	22	68	10
Ensilage de maïs sans ou avec très peu de grain :													
- 1 mois après la floraison	23-25	70	9	27	7	) 4	3	15	0,3	2,0	25	50	6
- 2 mois après la floraison	25-27	65	8,5	29	7	)							
Pailles :													
- blé	90	42	3,0	44	6,5	2,5	0,8	10	1,0	0,9	50	5	3
- orge	90	44	3,5	43	6,0	4,0	0,7	15	1,0	0,8	56	12	3
- avoine	90	49	3,5	43	7,0	3,8	1,2	20	2,5	1,2	130	15	4
- seigle	90	45	3,0	49	5,0	2,5	1,0	10	1,0	0,8	25	5	2,5
- graminées	85	52	5,0	41	5,5	-	-	-	-	-	-	-	-
- pois	85	51	8-12	41	8,0	17	1,7	12	1,5	2,6	28	61	7,5
Cannes de maïs : - sèches	82	56	4,5-7,0	32	7,5	3,5	1,5	10	2,0	2,2	25	50	12
- ensilées	35	58	5,5-7,5	32	9,0	4,0	2,0	10	2,0	2,2	25	50	12
Sous-produits de la betterave :													
. pulpe sèche	93	82	10	20-22	5,5	10,3	1,0	6,7	1,5	2,2	17	54	< 5
. pulpe humide ensilée	9-11	82	12	20-22	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-
. pulpe surpressée ensilée	17-20	82	11	20-22	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-
. mélasse	80	90	13	0	9,5	0,5	0,1	40	10	0,01	26	5	< 5
. Feuilles et collets ensilés : - propres	18-20	75	15-16	15,0	20-25	22	2,5	60	> 10	4,2	-	100	5
- sales	18-20	70	13-14	10-12	30-35	-	-	-	-	-	-	-	-
Drêches de brasserie ensilées	20-25	63	30	14	4	3	5		-	2,2	95	40	20
Marc de raisin ensilé	30-35	30	13	20-30	9								
Lactosérum liquide	7	90	12-13	0	7-11	7-19	6-10	20-25	7-10				
Besoins en minéraux par kg de M.S. de la ration :													
. vache (entretien)						4	3	3	1,5	1,5	80	50	10
. vache (15 kg de lait)						6	4	5	1,5	1,5	80	50	10
. bovins à l'engrais						5,5	3,5	4	1,5	1,5	80	50	10

Tableau II

Valeur nutritive par kg de matière sèche, quantité ingérée et limites d'utilisation de quelques ressources alimentaires

ALIMENTS	% M.S.	UF/ kg MS	M A D g/ kg MS	Quantité ingérée et limites d'utilisation
Feuilles d'arbres :				
- frêne	27	0,46	100	Distribution à volonté en plus d'une ration d'herbe, de foin ou de paille
- acacia	25	0,72	200	
Choux	12-14	0,90	115-130	Distribution maximum de 60 kg par jour chez le bovin adulte en complément d'une ration de foin ou d'ensilage. Distribution limitée pour les animaux en croissance. Pas de distribution pour les jeunes de moins de 6 mois.
Colza immature	12-13	0,80	150-200	
Raves avec feuilles	9	0,95	115	Distribution de 50-60 kg par jour chez le bovin adulte
Ensilages de céréales immatures (plante entière - stade laiteux - pâteux) :				
- blé	35	0,54	50	Distribution à volonté après période d'adaptation et avec complémentation azotée et minérale. Quantité ingérée : 1,8 à 2,3 kg de MS/100 kg poids vif pour le blé, l'orge et l'avoine et 1,3 à 1,8 kg pour le seigle si hachage fin.
- orge	35	0,63	50	
- avoine	35	0,46	40	
- seigle	35	0,46	40	
Ensilage de maïs sans ou avec très peu de grain (0-15 % de la M.S.) :				Distribution à volonté après période d'adaptation et avec complémentation azotée et minérale. Quantité ingérée : 1,8 à 2,3 kg de M.S./100 kg de poids vif suivant importance complémentation énergétique.
- 1 mois après la floraison	23-25	0,74	50	
- 2 mois après la floraison	25-27	0,65	45	
Pailles : - blé	90	0,26	< 5	Distribution à volonté avec complémentation azotée, minérale , vitaminique et énergétique. Quantité ingérée : 1,3 à 1,5 kg de MS/100 kg poids vif pour le blé et l'orge, nettement plus faible pour le seigle et plus élevée pour l'avoine, les pailles de graminées et surtout les pailles de légumineuses.
- orge	90	0,28	< 5	
- avoine	90	0,36	< 5	
- seigle	90	0,31	< 5	
- graminées	85	0,43	10 - 15	
- pois	85	0,39	40 - 60	
Cannes de maïs : - sèches	82	0,48	10 - 20	Distribution à volonté avec complémentation azotée, minérale et vitaminique. Quantité ingérée : 1,3 à 1,9 kg de MS/100 kg P.V. suivant qualité.
- ensilées	35 - 40	0,50	15 - 20	
Sous-produits de la betterave :				
- pulpe sèche	93	0,95	58	) Jusqu'à 80 % de la matière sèche de la ration pour les animaux à l'engrais, distribution maximum de 7 à 8 kg de matière sèche chez la vache laitière.
- pulpe humide ensilée	9-11	0,95	76	
- pulpe surpressée ensilée	17-20	0,95	65	
- mélasse	80	0,85	85	Maximum 2 kg par jour pour la vache et 4-5 kg pour le boeuf.
- feuilles et collets ensilés :				
. propres	18-22	0,65	110	Maximum 5 kg par jour pour le mouton et 50 kg par jour pour le bovin adulte.
. sales	18-22	0,45	85	
Drêches de brasserie ensilées	23	0,75	250	Maximum 20-25 kg par jour pour le bovin adulte
Marc de raisin ensilé	30-35	0,25	20	Distribution à volonté + azote, énergie, minéraux et vitamines.
Lactosérum liquide	7	1,05	85	Distribution maximum de 30 à 90 litres par jour pour la vache laitière, de 10 à 15 l. pour le veau après sevrage et de 20 à 40 l. pour le taurillon à l'engrais.
Ultrafiltrat	5	0,95	0	

taurillons. En revanche, cette orientation fermentaire fait des pulpes un aliment de choix pour les vaches laitières, en particulier pour équilibrer les rations (ensilage de maïs, rations riches en concentrés) qui ont une tendance à faire diminuer la production laitière et le taux butyreux et à provoquer un engraissement excessif des vaches. Les résultats récents obtenus avec des pulpes ensilées semblent cependant montrer qu'il n'est pas souhaitable de dépasser 7 à 8 kg de matière sèche de pulpes dans la ration de vaches laitières.

La mélasse de betteraves contient essentiellement des produits solubles, en tout premier lieu des glucides (de 60 à 65 % de la M.S.) qui fermentent rapidement dans le rumen. En dépit d'une digestibilité élevée (90 %), on n'accorde à la mélasse qu'une valeur de 0,85 UF. par kg de M.S., soit de 0,67 UF par kg de produit à 80 % de M.S. Elle contient un excès de potassium qui la rend laxative ; elle est riche en sodium mais déficitaire en presque tous les autres minéraux. Elle doit être introduite progressivement dans la ration et en quantité assez limitée : 2 kg par jour pour la vache laitière, de 4 à 5 kg pour les gros bovins à l'engrais. Incorporée à la paille à raison de 10 à 20 %, elle en améliore l'appétibilité et représente un bon support pour l'urée grâce à l'apport d'énergie par ses glucides.

La mélasse utilisée dans les industries de fermentation pour la production de levure et d'acide glutamique fournit des sous-produits qui ne contiennent que de 2 à 3 % de glucides solubles, mais du fait de leur teneur élevée en matières azotées (55 à 60 % de la M.S.) presque uniquement sous forme non protéique ils peuvent être utilisé comme substituts des mélanges mélasse (85 %) - urée (15 %) à condition d'être rééquilibrés en minéraux.

Rares sont actuellement les régions françaises où on utilise rationnellement les *feuilles et les collets de betteraves* pour l'alimentation des Ruminants. Il sont le plus souvent enfouis ; ils sont d'ailleurs en quantités plus faibles car les machines modernes de récolte des betteraves décollètent de moins en moins et se contentent souvent d'effeuiller. Les collets constituent cependant un aliment très digestible (75 à 80 p. 100 pour la matière organique en vert et 70-75 p. 100 pour l'ensilage) et assez riche en azote (13 à 15 p. 100 de MAT dans la M.S.), les valeurs les plus faibles correspondent aux feuilles et collets très riches en cendres parce que souillés de façon importante par la terre. A cause de leur teneur élevée en glucides solubles, les collets, à condition d'être hachés, s'ensilent bien, soit seuls, soit en mélange avec de la pulpe malgré des teneurs en terre souvent très élevées. Ces ensilages sont très ingestibles. Il est cependant conseillé de ne distribuer les collets, tant en vert qu'après ensilage, qu'en quantité limitée (maximum 5 kg chez le Mouton et 50 kg chez le Bovin adulte) car ils sont très laxatifs à cause de leur teneur très élevée en potassium ; les feuilles de betteraves contiennent en outre beaucoup d'acide oxalique qui, absorbé en trop grande quantité, est plus ou moins nocif.

Drêches de brasserie

La teneur en matière sèche de ces résidus de brasserie est assez variable, mais le plus souvent comprise entre 20 et 25 p. 100. Quoique pauvres en matières minérales (3,5 à 4,0 % de la M.S.), les drêches sont très bien équilibrées en divers éléments minéraux puisqu'elles ne sont déficitaires par rapport aux besoins des animaux qu'en potassium et en calcium. Elles sont par ailleurs riches en matières azotées (30 p. 100 de la M.S.) d'une digestibilité très élevée (80 à 85 p. 100) mais d'une faible solubilité (moins de 5 %), même dans les ensilages.

Les drêches ont une digestibilité relativement faible (de 60 à 65 %), mais leur valeur énergétique (de 0,75 à 0,80 UF par kg de M.S.) est sensiblement accrue par leur richesse en matières grasses (de 7 à 10 % de la M.S.).

Ensilés directement sans conservateur, les drêches fermentent très peu, ce qui favorise le développement des moisissures. Il y aurait donc certainement intérêt à les ensemencer en ferments lactiques et peut-être à ajouter de l'acide propionique en surface.

De par leur teneur élevée en matières azotées, les drêches doivent être utilisées plutôt comme des aliments concentrés et distribuées en quantité limitée (maximum 20-25 kg/jour chez la vache) en complément de rations déficitaires en azote.

Les marcs de raisins

Les marcs de raisins sont constitués des pulpes et peaux de raisin, avec une proportion plus ou moins importante de rafles et de pépins. Ils contiennent entre 30 et 35 % de matière sèche, laquelle comprend de 8 à 10 % de cendres, 12 à 14 % de matières azotées, 20 à 30 % de cellulose brute suivant la proportion de rafles et pépins et 5 à 10 % de matières grasses.

Malgré une teneur en cellulose brute faible, la digestibilité de la matière organique est très faible, de l'ordre de 30 %, ce qui correspond à une valeur énergétique calculée de 0,10 UF/kg de M.S. Les essais d'alimentation permettent cependant de situer cette valeur vers 0,25 - 0,30 UF. La digestibilité des matières azotées est elle aussi très faible, de l'ordre de 15 %, vraisemblablement par suite d'une teneur élevée en tannins.

Les marcs de raisins ont donc une faible valeur nutritive. Ils sont cependant intéressants à utiliser sous forme ensilée parce que leur faible valeur nutritive est compensée par une ingestibilité très élevée, du moins quand ils sont bien conservés. Pour cela, il est indispensable d'ensiler du marc frais, non fermenté en tas et de bien le tasser ; il est prudent d'ajouter un peu d'acide formique (2 l/tonne). Dans ces conditions l'ensilage, notamment du marc ''vapeur'' mieux consommé que le marc ''diffusion'' est ingéré en grande quantité. C'est ainsi que dans les essais entrepris par l'ENSA de Montpellier et l'ITEB, les consommations de ration à base d'ensilage de marc ont été respectivement de 3,5 et 2,7 kg de M.S. par 100 kg de poids vif chez des moutons et des génisses de 8-10 mois. Dans le cas d'une distribution à volonté, il convient cependant de se renseigner sur la teneur en cuivre qui atteint parfois le seuil de toxicité pour les bovins et à fortiori pour les ovins.

Les sous-produits laitiers

Le lactosérum contient de 6,5 à 7,5 p. 100 de matière sèche composée essentiellement de lactose (70 à 73 p. 100), de matières azotées (de 12 à 13 p. 100) et de sels minéraux (de 7 à 11 p. 100) (tableau I). On y trouve aussi de l'acide lactique en quantité variable (de 0,5 à 10 p. 100), de l'acide citrique (environ 1 p. 100) et un peu d'azote non protéique (de 0,5 à 0,8 p. 100). Les lactosérums acides (pâtes molles et pâtes fraîches) sont plus riches en phosphore (1,0 p. 100) et en calcium (1,9 p. 100) que les lactosérums doux (0,6 et0,7 p. 100).

Filtré sous pression à travers une membrane qui retient les protéines, le lactosérum donne un *ultrafiltrat* dont la teneur en matière sèche est légèrement inférieure à celle du lactosérum (5 à 5,5 p. 100) ; sa composition en lactose et en sels minéraux (exprimée en g/litre de produit frais) est très voisine de celle du lactosérum mais il est évidemment très pauvre en azote.

Le lactosérum et l'ultrafiltrat sont des produits très bien utilisés par le Ruminant. Leur digestibilité est excellente (90 p. 100) et leur valeur énergétique estimée de l'ordre d'une UF par kg de M.S. (tableau II). Le lactose est transformé dans le rumen en acide lactique puis en acides gras volatils, acide propionique et surtout acide butyrique favorable à la synthèse des matières grasses du lait. Il facilite l'utilisation de l'azote non protéique de la ration par les bactéries du rumen.

Le lactosérum peut être utilisé sous forme liquide par toutes les catégories de Ruminant ou sous forme séchée ; malheureusement celle-ci ne peut plus être incorporée à des taux supérieurs à 6-8 p. 100 dans les aliments concentrés devant être agglomérés. Il est, de plus, difficile à concentrer à une teneur en matière sèche supérieure à 65 p. 100 (mélasse). En revanche, l'ultrafiltrat de lactosérum peut être concentré plus facilement (jusqu'à 75-80 p. 100 de matière sèche) et incorporé à des taux élevés dans les aliments ; il peut être également utilisé sous forme liquide, séchée ou sous forme de bloc à lécher.

Pour utiliser au mieux ces différents produits dans l'alimentation des Ruminants, il est nécessaire 1°) d'adapter progressivement les animaux à leur nouveau régime au cours d'une période de transition d'une durée minimum de 8 jours et 2°) de veiller à l'équilibre minéral de la ration, compte tenu de l'apport important en calcium et en phosphore, mais surtout de l'excédent de chlorures, de potassium et à un moindre degré de sodium.

Le lactosérum liquide est bien consommé par les Ruminants et il est nécessaire de limiter les quantités distribuées au début. Les quantités journalières qui peuvent être atteintes progressivement varient de 30 à 90 l pour les vaches laitières, de 10 à 15 l pour le veau après sevrage et de 20 à 40 l pour les taurillons à l'engrais. On doit respecter les conditions suivantes : laisser de l'eau de boisson à la disposition des animaux ; nettoyer soigneusement tous les jours le matériel de stockage et de distribution ; ne pas conserver le lactosérum plus de 24 ou 36 heures (sinon utiliser un agent conservateur tel que le formol) ; empêcher le développement des mouches autour des abreuvoirs.

Le lactosérum et l'ultrafiltrat, séchés ou concentrés, peuvent être introduits dans les rations de toutes les catégories de Ruminants ; la proportion de lactose peut s'élever jusqu'à 25-30 % de la matière sèche.

Il existe d'autres matières premières, sous-produits industriels ou produits de déchets qui peuvent être utilisés dans l'alimentation des Ruminants, de façon normale ou en cas de pénurie. C'est le cas des fientes de volailles ; c'est aussi celui des lignosulfites, notamment ceux d'ammonium, qui contiennent comme substances utilisables des matières azotées (55 à 60 % de la MS), principalement sous forme ammoniacale, des glucides solubles et des acides organiques (15 % de la MS) ; malheureusement ils contiennent aussi de la lignine, des tanins et une quantité élevée de soufre (7 à 8 % de la MS) qui font que la valeur alimentaire possible de ces produits nécessite d'être confirmée. Ils pourraient être utilisés en association avec la mélasse, du fait en outre de leur pouvoir fluidifiant.

III. - QUELQUES PLANS D'ALIMENTATION HIVERNAUX

Il ne saurait être question ici de passer en revue les plans d'alimentation qui seront mis en place au cours de l'hiver prochain. Ils seront encore plus divers que d'habitude, selon l'état des réserves fourragères récoltées sur l'exploitation, les aliments de remplacement disponibles et aussi selon la trésorerie des éleveurs. Pour ceux qui disposeront de réserves fourragères encore satisfaisantes (foins, ensilages d'herbe, de maïs, betteraves...), il s'agira surtout d'accroître la quantité de concentré selon les règle classiques. Par contre, ceux qui n'en auront que très peu devront sans doute utiliser des quantités importantes de grains pour les animaux à production élevée et de pailles, ou autres fourrages pauvres, pour les animaux ayant des besoins limités. On a donc mis l'accent sur ces deux rations dans la suite de ce texte ; on a aussi envisagé l'intensité des restrictions qu'on pourrait faire subir aux animaux sans compromettre leur production ultérieure.

A - ANIMAUX A BESOINS ELEVES : REGIMES RICHES EN CEREALES

VALEUR ENERGETIQUE ET PARTICULARITES DE LA DIGESTION DES CEREALES CHEZ LES RUMINANTS

Les céréales ont une composition chimique relativement semblable entre elles, qui se caractérise par une proportion élevée en amidon (50 à 70 %) et faible en membranes (2 à 5 % de la cellulose brute sauf l'avoine : 10 %). Cela leur confère une digestibilité et une valeur énergétique élevées. Celle-ci est maximale pour le maïs (1,13 à 1,15 UF/kg de produit brut), légèrement inférieure pour le blé (1,05 UF), le seigle (1,04 UF) et l'orge (1,0 UF) et minimale pour l'avoine (0,8 UF).

Les céréales sont ingérées et digérées dans le rumen beaucoup plus rapidement que les fourrages. Cela est dû principalement à leur densité plus élevée, à leur richesse en éléments rapidement digestibles et à la surface importante qu'elles présentent à la dégradation microbienne.

Si l'introduction de quantités importantes de céréales dans le régime est brutale, il s'ensuit des fermentations excessives par une flore digestive non adaptée, une formation trop rapide d'acide lactique et d'acides gras volatils, une diminution très prononcée du pH du rumen et éventuellement la formation de toxines. Il peut en résulter des troubles importants consécutifs à une forte acidose pouvant entraîner la mort. Il est donc impératif d'introduire très progressivement les céréales dans la ration de façon à permettre à la population microbienne de s'adapter. Cependant, même dans ce cas, on note, au fur et à mesure que la quantité de céréales distribuée augmente, une diminution du pH du rumen et une modification de la proportion respective des acides gras volatils : celle de l'acide propionique, favorable à la formation de tissus corporels augmente, et celle de l'acide acétique, favorable à la production laitière et surtout des matières grasses diminue. Mais l'acide lactique n'apparaît pas, ou seulement en faible concentration.

UTILISATION DE REGIMES RICHES EN CEREALES PAR LES VACHES LAITIERES

Conséquences possibles sur la santé des animaux et la composition du lait

L'utilisation de régimes riches en céréales par les vaches laitières pose, sur le plan technique, deux problèmes : 1°) elle augmente les risques sanitaires d'ordre digestif (météorisation, indigestion, diarrhées, ruminites, déplacements de la caillette) ou métabolique (acidose, fourbures, déminéralisation) ; 2°) elle entraîne une déviation plus ou moins importante du métabolisme énergétique : le taux butyreux et la quantité de matières grasses produite dans le lait diminuent tandis que les animaux s'engraissent.

Le taux butyreux réagissant plus vite (et de façon plus facilement mesurable) que l'état sanitaire des animaux à une quantité trop élevée de céréales, c'est lui qui pourra utilement guider l'introduction de ces céréales dans la ration. D'une façon générale cependant, il apparaît que les désordres deviennent importants lorsque la proportion d'aliment concentré dépasse 75 % de la matière sèche de la ration (ce qui correspond à une teneur en cellulose brute inférieure à la teneur minimale de 13-14 %), et d'autant plus que les animaux sont alimentés au maximum de leur capacité d'ingestion. Mais pour un pourcentage d'aliment concentré compris entre 50 et 70 % (valeur à ne pas dépasser), l'incidence de ces désordres peut être fortement réduite si un certain nombre de précautions qui visent à limiter au maximum les modifications de la digestion dans le rumen sont prises.

Moyens de limiter les risques d'accidents sanitaires et la déviation du métabolisme énergétique.

Période de transition. Les risques d'accidents sanitaires de loin les plus élevés sont encourus lors du passage d'un régime classique à base de fourrages à un régime riche en céréales. La transition d'un régime à l'autre doit être faite très progressivement, par une augmentation journalière maximum de la quantité de concentré distribuée de l'ordre de 1 kg tous les 3 jours, à partir de 2 à 3 kg. La durée de la transition doit donc être d'au moins deux semaines.

Nature et forme de présentation des céréales. La forme entière est à éviter, bien qu'elle maintienne un meilleur état sanitaire, à cause de la diminution parfois importante de digestibilité qu'elle entraîne (contrairement, semble-t-il, à ce qui est observé chez les ovins). La forme broyée et agglomérée (pellets) est également à écarter dans les régimes riches en céréales, car elle accentue les modifications dans les proportions respectives des acides gras volatils dans le rumen. La forme la plus favorable est la forme grossièrement broyée ou, pour l'orge et l'avoine, aplatie. Cette forme de présentation permet en effet une bonne conservation de l'enveloppe fibreuse de la graine. Le blé peut être utilisé sans inconvénient à condition qu'il ne constitue pas une part importante de la ration. Il a pu entrer comme unique céréale (broyée) dans la composition d'un aliment concentré sans provoquer d'effets particuliers comparativement à l'orge ou au maïs. Les vaches en début de lactation ingéraient 4 kg de M.S. de l'une ou l'autre de ces 3 céréales qui représentaient environ 30 % de la matière sèche de la ration.

L'éleveur qui aura à composer un mélange de céréales aura donc intérêt à y introduire de l'orge et de l'avoine aplaties ou très grossièrement broyées, ou des épis de maïs broyés (1 UF/kg MS) qui permettent d'élever le taux de cellulose et de conserver une bonne structure au mélange de céréales.

Substituts des céréales. Pour éviter les déviations fermentaires dans le rumen il est possible également de remplacer une partie des céréales (20 à 30 %) par des pulpes (déshydratées, humides ou ensilées) qui ont une orientation fermentaire (acide acétique) favorable au taux butyreux. Il en est de même de la poudre de lactosérum, ou du lactosérum liquide (ou de l'ultrafiltrat). La poudre de lactosérum au taux de 15 % dans l'aliment concentré à base de céréales permet d'élever de 5 à 6 g p.1000 le taux butyreux lorsque celui-ci n'était que de 30 g p.1000. Les betteraves également qui donnent naissance surtout à de l'acide butyrique (comme le lactosérum), à condition que leur apport soit fractionné (2 à 3 distributions par jour), peuvent être utilisées de façon très intéressante pour corriger ces rations et remplacer une partie des céréales puisqu'elles ont une valeur énergétique voisine de celles-ci (0,9 à 1,0 UF/kg de M.S.).

Etalement de l'ingestion des céréales. Il régularise les fermentations dans le rumen, et donc le pH et la production des acides gras volatils. Il peut se faire de deux façons différentes : soit en augmentant le nombre des distributions (4 fois/jour) si les céréales sont offertes séparément du fourrage ; soit en les mélangeant au fourrage de sorte que les céréales soient ingérées en même temps que le fourrage c'est-à-dire pendant une durée de 6 à 7 heures par jour. Si le régime complet riche en céréales est offert en quantité limitée, il est nécessaire de le distribuer 3 ou 4 fois par jour.

Addition de substances minérales. La diminution du taux butyreux du lait entraînée par les régimes riches en céréales peut être réduite non seulement par la mise en application des recommandations précédentes mais aussi, et complémentairement, par l'addition de certains sels minéraux à la ration. Deux essentiellement peuvent être utilisés : le bicarbonate de sodium ($Na\ H\ CO_3$) à raison de 150 à 200 g par jour, et, éventuellement, la magnésie (MgO) à raison de 30 à 50 g par jour. Ces deux sels minéraux agissent distinctement : le premier, par sa propriété de substance tampon, contribue au maintien du pH voisin de la neutralité ; le second, en modifiant l'activité de certaines enzymes de l'animal.

Plans de rationnement.

Quelle quantité d'aliment concentré (céréales + tourteaux) distribuer en fonction de la qualité du fourrage (offert à volonté) et du niveau de production des vaches ?

Quand le fourrage est offert à volonté et l'aliment concentré en quantité limitée mais suffisante pour satisfaire les besoins des animaux, la quantité de fourrage ingérée est d'autant plusfaible que la qualité du fourrage est plus médiocre (tableau III). Avec les mauvais fourrages, la proportion de concentré dans la ration devient nécessairement très élevée dès que la production laitière des vaches est importante. Ainsi, avec des pailles, la proportion d'aliment concentré dépasse 50 p. 100 (6 kg) dès que la production atteint 10 kg de lait et atteint 70 % pour 20 kg de lait. Dans ces conditions, compte tenu du phénomène de substitution, la consommation de paille variera de 6 kg M.S. pour les faibles à 4-5 kg de M.S. pour les fortes productrices. L'éleveur, dans la mesure du possible, devra donc diviser son troupeau et distribuer les mauvais fourrages (la paille) aux faibles productrices et constituer une ration de bons fourrages (au minimum de 5 kg M.S. de foin ou d'ensilage) pour les fortes productrices.

Méthodes pratiques de rationnement à mettre en oeuvre quand la quantité d'aliment concentré devient très élevée.

Le tableau IV illustre les mesures (précédemment rapportées) à prendre au fur et à mesure que la quantité d'aliment concentré distribuée augmente. En particulier le mélange d'une partie de l'aliment concentré avec d'autres fourrages peut être réalisé simplement en dehors des heures de traite en épandant l'aliment concentré sur l'ensilage et en le mélangeant grossièrement à la fourche.

Tableau III

Quantité (kg MS) et proportion d'aliment concentré (1 UF/kg MS) dans la ration en fonction de la qualité du fourrage (offert à volonté) et du niveau de production des vaches (600 kg)

CONCENTRATION ENERGETIQUE DU FOURRAGE (UF/kg MS)	LAIT 4 p.100 / vache / jour											
	5		10		15		20		25		30	
	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg
0,6	0	0	0	0	15	2,1	20	4	35-40	7,0	55	10,5
0,5	5	0,5	20	2,5	30	4,5	40	6,5	50	9,0	60	11,5
0,4	20	2	30	4,0	40	6,5	50	8,5	60	10,5	70	13,5
0,3 (paille longue ou hâchée)	40	4	50	6,5	55	8,5	60	10,5	70	12,0	75	14,0
0,3 (paille broyée et agglomérée)	15	2,5	25	4,5	35	6,5	45	8,5	60	11,5	75	14,0

Limite à partir de laquelle il faut prendre davantage de précautions pour rationner les vaches

à proscrire

Tableau IV

Précautions à prendre en fonction du niveau d'apport d'aliment concentré

ALIMENT CONCENTRE		
kg	% de la ration (MS)	
5 - 6	40	Céréales broyées grossièrement ; 2 distributions par jour.
7 - 9	50	Idem + mélanger une partie (1/3) du concentré avec les fourrages.
9 - 11	60	Introduire dans le mélange de céréales, de l'orge et de l'avoine aplaties, des épis de maïs broyés, ou remplacer une partie des céréales par des pulpes, du lactosérum, des betteraves. Augmenter le nombre de distributions (3 ou 4) d'aliment concentré.
11 et plus	70	Idem + ajouter 1,5 à 2 % de bicarbonate de sodium, et éventuellement 0,3 à 0,5 % d'oxyde de magnésium à l 'aliment concentré, ou constituer une ration complète (fourrage sec broyé ou ensilage, et aliment concentré mélangés).

Pour réduire la proportion de fourrage à 30 p. 100 (en matière sèche) de la ration sans risquer d'anomalies, une autre solution consiste à constituer une ration complète en mélangeant le fourrage et l'aliment concentré. S'il s'agit d'un fourrage sec, qui peut être du foin, de la paille, des cannes ou des rafles de maïs,... celui-ci doit être broyé au préalable à travers une grille à mailles très larges de 20 à 30 mm de diamètre. De telles rations permettent un niveau d'ingestion normal (16 kg de M.S. pour des vaches produisant 20 kg de lait). La production de lait est plus élevée que si les aliments sont distribués séparément et le taux butyreux est presque normal.

Mais le broyage ne peut être réalisé par les éleveurs et il est onéreux. Certains pourront disposer d'agglomérés de paille broyée mélassée (+ urée : 1,5 à 2 %) ; ceux-ci devraient comporter un taux de grosses particules ($\geqslant$ 1,5 mm) supérieur à 15 %. Si les agglomérés ne sont pas trop durs il est possible d'en faire consommer des quantités d'autant plus élevées que le niveau de production des vaches est plus faible (tableau III). Mais une distribution de fourrage sous forme normale (foin ou ensilage), même en faible quantité (1 à 2 kg de M.S.) est nécessaire, et cela d'autant plus que la paille est broyée plus finement (pour éviter une chute du taux butyreux et des ennuis sanitaires).

Les moyens préconisés pour les animaux à faibles besoins (voir pages suivantes) pour accroître les quantités de pailles ingérées et leur valeur nutritive sont également valables pour les vaches laitières, en particulier la pulvérisation de mélasse-urée diluée sur de la paille hachée ou longue.

Complémentations azotée, minérale et vitaminique

Les céréales sont pauvres en azote, soluble en particulier. De ce fait les compléments azotés de ration à forte proportion de céréales peuvent être constitués en partie par des sources d'azote soluble (1 kg de tourteau d'arachide ou 150 à 200 g d'urée), permettant de satisfaire les besoins azotés d'une production de 15 kg de lait dans la mesure où les besoins énergétiques sont couverts comme indiqué au tableau III. Les vaches dont la production laitière est supérieure doivent recevoir un concentré à 18 % de matières azotées. Les tourteaux utilisés devraient être d'autant moins solubles et donc de meilleure qualité (par exemple du soja et du colza normaux, ou tannés - ce qui permettrait de réduire de 40 p. 100 l'apport de tourteaux -) que les vaches produisent plus de lait.

Les céréales, et en particulier le maïs, sont très pauvres en calcium (0,2 à 1 g/kg de M.S.) et en sodium (0,2 à 0,7 g/kg de M.S.), et, dans une moindre mesure, en zinc et en cuivre. La composition et la quantité du mélange de minéraux à apporter dépendent de la proportion de céréales, de la nature du fourrage distribué et de la production laitière. La méthode de complémentation généralement préconisée par GUEGUEN consiste à équiliber la ration de base par un mélange de minéraux (de type 16-12, 12-12 ou 8-16, selon le fourrage) puis à ajouter au concentré 0,5 % de chlorure de sodium et, si nécessaire, 2,5 % de carbonate de calcium. Si la proportion de céréales est très élevée et le reste de la ration constitué de fourrages pauvres, on peut utiliser un mélange de type 4-25 ou 5-20 contenant des oligo-éléments, à raison de 2,5 % de la M.S. totale ingérée. Les vaches doivent disposer de pierres à sel.

Les céréales sont pratiquement dépourvues de carotène et de vitamine D. L'apport à effectuer doit être d'au moins 2.500 UI de vitamine A et 500 UI de vitamine D par kg de M.S. ingérée.

Possibilités de sous-alimentation des vaches laitières en période de disette.

La sous-alimentation a des incidences économiques beaucoup plus importantes pour les vaches laitières que pour toutes les autres catégories d'animaux puisqu'elle va se concrétiser par une baisse de la production laitière. Une réduction des apports énergétiques d'1 UF/jour, sur une période de plusieurs mois, réduit la quantité de lait produite en moyenne de 1,2 à 1,3 kg par vache/jour. D'un point de vue économique il faudra donc comparer la perte de gain au coût de

l'UF épargnée. En fait, l'effet dépressif immédiat et à long terme d'une sous-alimentation passagère va dépendre de la période de la lactation, du niveau de production des vaches et de l'état de leurs réserves corporelles. Il sera particulièrement important si la sous-alimentation a lieu au début de la lactation et si l'état des vaches est médiocre au moment du vêlage. A titre d'exemple, une sous-alimentation énergétique de 200 UF durant les trois premiers mois de lactation risque de causer une perte de 300 kg de lait durant ces trois mois mais aussi une perte supplémentaire de 300 à 500 kg de lait sur le restant de la lactation. En revanche, si les vaches sont en très bon état corporel, ce qui ne risque guère de se produire au début de l'hiver prochain, la perte de lait sera d'autant plus faible que les vaches seront d'un meilleur potentiel laitier. Ce sont donc les vaches en milieu et fin de lactation et durant les 2/3 de la période de tarissement qui pourront être sous-alimentées.

Si la sous-alimentation énergétique peut être envisagée dans certains cas, en revanche, il convient de satisfaire les besoins azotés, minéraux et vitaminiques. En effet, toute réduction des apports énergétiques est associée à une diminution des apports protéiques d'origine microbienne et en conséquence à une diminution plus importante des apports azotés que ne l'indique le calcul des matières azotées digestibles. Les apports azotés doivent donc être maintenus et même accrus surtout au tout début de la lactation où les besoins azotés sont très élevés et les apports (alimentaires et microbiens) sont faibles.

Il convient en outre, tout particulièrement, d'éviter de sous-alimenter les animaux aussi bien en énergie qu'en matières azotées durant la période qui entoure la fécondation (2 semaines avant et après) ; ce qui aurait pour effet de réduire fortement les performances de reproduction.

UTILISATION DES REGIMES RICHES EN CEREALES PAR LES TAURILLONS

Durant ces dernières années, la proportion de veaux mâles, conservés pour produire des taurillons, est allée en s'accroissant, atteignant 15 p. 100 en 1975. Il est difficile de prévoir quelle sera cette proportion dans les prochains mois. Il est probable que les naisseurs en conserveront peu afin de réserver leurs fourrages au troupeau de mères. On peut penser que les ateliers d'engraissement se rempliront pour des raisons de nature commerciale. L'ensilage de maïs qui était la ration la plus utilisée, sera très probablement en quantité insuffisante. Il faudra donc avoir recours à d'autres aliments. Certains d'entre eux ont été considérés au cours du deuxième chapitre (sous-produits de la culture de la betterave, ou de l'industrie laitière). Nous rappellerons ici les particularités d'utilisation des céréales, aliments auxquels on aura le plus fréquemment recours cet hiver. Toutefois, il sera nécessaire d'adapter très progressivement les animaux à ces types de rations, tout particulièrement les broûtards qui, cette année, risquent d'être plus hétérogènes et dans un état sanitaire plus défavorable.

Céréales séchées

On peut penser à les distribuer entières lorsqu'elles ne présentent pas d'enveloppe fibreuse telle que l'orge, qui doit être aplatie. Toutefois, qu'il s'agisse de blé ou de maïs, le grain sec entier est moins bien utilisé que lorsqu'il est broyé et aggloméré : l'indice de consommation augmente d'environ 25 p. 100 dans le cas du blé et de 15 p. 100 dans le cas du maïs lorsqu'ils sont distribués à volonté. A l'exception du blé qui ne doit pas être moulu, les grains peuvent être simplement broyés et distribués en farine. L'utilisation en est cependant moins bonne que sous forme condensée (10 p. 100 d'efficacité alimentaire en moins dans une ration distribuée à volonté, comportant 57 p. 100 de maïs).

Céréales humides

Elles sont mieux utilisées par les taurillons que les céréales séchées. En outre, elles peuvent subir certains traitements mécaniques, difficiles à réaliser sur la céréale séchée, et qui améliorent encore leur efficacité alimentaire : c'est le cas de l'aplatissage (efficacité alimentaire supérieure de 5 à 10 p.100 à celle du maïs sec condensé).

Tableau V

Exemples de rations riches en céréales pour les taurillons

Poids moyen (Poids initial-Poids final)	Taurillons issus de troupeaux laitiers				Taurillons issus de troupeaux allaitant			
	340 (175 à 500 kg)				440 (280 à 600 kg)			
Ration de base	Maïs grain condensé	Blé condensé		Orge aplatie	Maïs grain condensé	Blé condensé		Orge aplatie
Composition de la ration (p.100) :								
- Céréale	70,5	65	65	75,5	72,5	57	57	79,5
- Tourteau de soja (1)	10	–	8	5,0	15,0	–	10	12
- Paille	17	17	–	17	10,0	9		10
- Minéraux (2)	2,5	1	2,5	2,5	2,5	1	2,5	2,5
- Maïs ensilage	–	–	24,5	–	—	—	30,5	—
- Luzerne déshydratée (ou foin de luzerne de bonne qualité)	–	17	–	–	—	33	—	—
Matières azotées totales (g/j)	850-900				1000-1050			
Quantités ingérées (M.S./j)	6,0-6,5	7,0-7,5	6,0-6,5	7,0-7,5	6,5-7,0	7-7,5	6-6,5	6,5-7
Gain (g/j) escompté	1000-1200	1100-1300	1000-1200	1200-1400	1200-1400	1000-1200	1000-1200	1100-1300

(1) 1 kg de tourteau de soja peut être remplacé par 1,05 kg de tourteau d'arachide, 1,3 kg de tourteau de colza, 1,7 kg de féverole, 2,2 kg de pois fourrager ou 140 g d'urée.

(2) Exemple de composition de composé minéral (d'après GUEGUEN, 1972) : 32 p.100 de phosphate bicalcique, 45 p.100 de carbonate de calcium, 17 p.100 de chlorure de sodium, 3 p.100 de magnésie calcinée, 2 p.100 de sulfate de zinc, 0,15 p.100 de protoxyde de manganèse, 0,10 p.100 de sulfate de cuivre, 0,01 p.100 de sulfate de cobalt.

Elles peuvent être soit broyées et ensilées (10 à 15 p. 100 d'amélioration de l'efficacité alimentaire par rapport à la céréale séchée et broyée), soit conservées à l'acide propionique (GEAY et LIENARD, 1974), et distribuées aplaties, broyées ou entières. L'amélioration de l'efficacité alimentaire étant maximum dans le premier cas (8 à 10 p.100 par rapport au maïs sec condensé).

Complémentation

Les rations à base de céréales doivent apporter 850 à 900 g de matières azotées totales aux animaux de races laitières (entre 130 kg de poids vif et l'abattage) et 1.000 à 1.050 g de matières azotées totales (MAT) aux animaux de races à viande (entre 280 kg et l'abattage). Comme pour les vaches laitières produisant moins de 15 litres de lait, la qualité de l'azote apporté a peu d'effet sur la croissance et l'engraissement des jeunes bovins recevant des rations riches en grains. C'est la teneur en MAT des différentes sources, ainsi que leur concentration en énergie qui permettront de décider du choix.

Un composé minéral du type 5-25 (voir composition tableau V) doit être également distribué aux taurillons à raison de 2,5 p. 100 de la matière sèche consommée (GUEGUEN, 1972). Mais 1 p. 100 suffit si la ration comprend 20 p. 100 de luzerne et 10 p. 100 de tourteau. Ceci conduit donc à un apport quotidien qui varie de 100 à 200 g de minéraux lorsque l'animal consomme environ 8 kg de matière sèche. Lorsque l'urée est utilisée comme complément azoté, il est recommandé d'incorporer du soufre dans le composé minéral, soit sous forme de soufre élémentaire, soit sous forme de sulfate de sodium.

Modalités d'emploi des céréales

L'orge et le maïs peuvent être incorporés en forte proportion dans les rations d'engraissement (voir tableau V). Au contraire, le blé, bien qu'il permette des vitesses de croissance élevées (1.250 à 1.350 g/j dans les expériences réalisées par l'ITCF), d'autant plus qu'il est moins riche en gluten, ne peut constituer plus de 60 à 65 p. 100 de la ration. Le reste de la ration doit comporter une part de fourrages grossiers (de 700 à 1.200 g de paille dans le cas de l'orge et du maïs), pour éviter les accidents digestifs dont les risques sont importants (météorisation, parakératose, ruminite). Le blé peut être associé à de la luzerne déshydratée, ou mieux, à un peu d'ensilage de maïs (résultats ITCF).

Très ingestibles, les rations riches en céréales permettent aux taurillons de réaliser des gains de poids vif élevés, mais également d'accélérer leur vitesse d'engraissement. Elles devront être employées différemment selon les races. Distribuées à volonté aux animaux de races à viande (tardifs), elles sont bien valorisées (BROSSIER et al.). Mais, elles conduisent les animaux de races précoces à produire des carcasses trop légères ou trop grasses.

Pour ces animaux, principalement de type laitier, il sera donc nécessaire de rationner ou d'accroître la proportion de paille dans la ration. La proportion de paille peut atteindre 20 p. 100 si la paille est hachée grossièrement, 30 à 40 p. 100 si la paille est condensée. Ainsi, un régime condensé comportant 42 p. 100 de paille, 44 p. 100 d'orge en grain, 10,5 p. 100 de tourteau d'arachide, 1,5 p. 100 d'urée et 2 p. 100 de complément minéral, a permis d'obtenir des gains de poids de 1.000 g/j.

B - ANIMAUX A BESOINS LIMITES : REGIMES A BASE DE FOURRAGES PAUVRES

Les troupeaux de femelles nourrices et les animaux d'élevage, ainsi que les boeufs destinés à être engraissés au pâturage, ont des besoins plus faibles que les vaches en lactation. Les fourrages pauvres, tels que les pailles de céréales, vont constituer une part accrue de leur ration hivernale pour compenser le déficit de foin et d'ensilages. Nous allons donc d'abord exposer les conditions d'utilisation optimum de ces fourrages pauvres, en prenant l'exemple des Bovins.

UTILISATION OPTIMUM DES FOURRAGES PAUVRES

Distribués comme seul aliment, les fourrages pauvres tels que les pailles (3 à 5 % de MAT) sont ingérés en faible quantité (1,2 kg de M.S./100 kg de poids vif chez les Bovins) et ne peuvent fournir guère plus de la moitié des besoins d'entretien en énergie et en matières azotées. Un faible apport azoté complémentaire (50 g de MAT pour 100 kg de P.V.), qui porte la ration à environ 7 p. 100 de MAT permet d'accroître la valeur nutritive de ces pailles (cf p. 69) et d'obtenir un niveau de consommation d'environ 1,5 kg par 100 kg de poids vif. Les apports énergétiques sont ainsi augmentés de 20 à 70 p. 100 selon la teneur en azote initiale du fourrage ; il en est de même des apports azotés. Toutefois, une ration de fourrages pauvres enrichie au taux minimum de 7 p. 100 de MAT ne suffit pas à couvrir entièrement les besoins des animaux, même de ceux à faible besoin.

Rations à base de paille

Complémentation azotée. Pour effectuer l'apport indispensable de matières azotées, on peut utiser 3 solutions, qui sont également efficaces pour les animaux à faible besoin :

. une source protéique : par exemple 120 g de tourteau à 44 % de MAT, ou 300 g de luzerne déshydratée, par kg de paille consommée,

. une source ''mixte'' contenant de l'azote protéique et de l'urée en utilisant un mélange du type suivant (0,8 UF - 450 g de MAT/kg) : maîs-grain : 28 p. 100 ; luzerne déshydratée : 10 p. 100 ; tourteaux 44 : 40 p. 100 ; urée alimentaire : 10 p. 100 ; minéraux purs dont oligo-éléments : 12 p. 100. Ce mélange peut remplacer les tourteaux à raison de 1,2 kg par kg de tourteaux ; il faudra l'apporter en deux distributions au moins par jour, en même temps que les céréales,

. une source d'azote non protéique dont la forme la plus répandue est l'urée alimentaire (environ 45 p. 100 d'azote). Pour être bien utilisée l'urée doit être apportée de façon fractionnée au cours de la journée et en association avec un aliment riche en énergie (céréales, mélasse, pulpes...) et en minéraux. Le but est de faire ingérer aux Bovins de 20 à 30 g d'urée par 100 kg de poids vif ; les différents moyens pratiques pour y parvenir sont résumés dans le tableau 6.

Complémentation minérale et vitaminique. Il est indispensable d'apporter un complément minéral de type 10-18 (P-Ca) comportant des oligo-éléments, à raison de 80 à 150 g/jour selon le type de Bovins. La ration totale (fourrages + compléments) doit contenir obligatoirement par kg de M.S. au moins 3 g de P, 5 g de Ca, 1,5 g de Mg, 1,5 g de S (GUEGUEN, 1973), 120 mg deMn, 75 mg de Zn, 14 mg de Cu et 0,1 mg de Co (LAMAND, 1975). Il est nécessaire de vérifier que cet apport de minéraux est effectivement réalisé dans les produits complémentaires présentés au tableau VI. Dans les autres cas, il faut apporter ces minéraux soit en mélange avec les céréales (5 p. 100), soit par pulvérisation sur la paille (1,2 à 1,5 p. 100), soit séparément. De plus, dans tous les cas, les animaux doivent avoir à leur disposition des pierres à sel (contenant de préférence des oligo-éléments) dont ils consomment au moins 40 g par jour.

Il est enfin nécessaire de veiller à la complémentation vitaminique (A, D, E), en particulier à l'apport de vitamine A. Celui-ci pourra se faire sous forme de vitamine hydro-soluble à raison de 20.000 à 50.000 UI par jour dans la rations des Bovins, soit par doses choc en injections intramusculaires (par exemple de 1 à 2 millions d'UI tous les mois).

Complémentation énergétique. La ration de paille seule, même enrichie en azote dans les conditions précédentes n'est pas suffisante pour couvrir les besoins énergétiques et azotés des animaux à faibles besoins. Il est indispensable de distribuer par ailleurs de 1 à 2 kg d'aliments riches en énergie (tableau VII).

Tableau VI

Moyens pratiques d'apport de l'urée dans le cas de rations à base de paille offerte à volonté et avec un complément énergétique (voir tableau VII)

Formes d'apport	Taux d'incorporation de l'urée ou composition du mélange	Conditions d'utilisation - Niveau de consommation	Observations
Addition au complément énergétique (céréales, pulpes . . .)	3 p. 100 d'urée alimentaire (animaux 1 an) 5 p. 100 d'urée alimentaire (adultes)	Apport en un minimum de deux distributions par jour.	Ajouter simultanément les minéraux (3 à 5 p. 100) et les vitamines.
Pulvérisation sur la paille	12 à 15 g d'urée par kg de paille	Traitement effectué avant l'utilisation ou lors de la distribution.	Ajouter simultanément les minéraux (15 g/kg de paille) et la mélasse (12 p. 100 environ).
Un des mélanges suivants laissé continuellement à la libre disposition des animaux.	LIQUIDE (60 p. 100 de M.S. - 0,30 UF et 360 à 400 g MAT/kg brut) à base de mélasse, d'urée (12 à 15 p. 100) et de minéraux.	— Epandage direct sur la paille, dans l'auge ou — Apport par ditributeur spécial (à roue ou à boule). Les animaux en ingèrent de 0,500 kg (génisses d'un an) à 1,5 kg (gros bovins) par jour.	Certains mélanges n'apportent pas suffisamment de P et de Ca. Dans ce cas, assurer cet apport en fonction des besoins des animaux.
	PULVERULENT (en farine) (85 p. 100 de M.S. — 0,30 UF et 630 g MAT/kg brut) - Urée alimentaire : 25 p. 100 - Minéraux : 25 p. 100 - Sel : 15 à 25 p. 100 - Maïs grain broyé : 25 à 35 p. 100	— Apport dans une auge réservée à cet effet. — Consommation d'un équivalent urée de (en g p. 100 kg de P.V.) : - 15 à 18 g avec 25 p. 100 de sel (et 25 p. 100 de maïs) - 20 à 25 g avec 15 p. 100 de sel (et 35 p. 100 de maïs)	— Peut être préparé par l'utilisateur lui-même. — DOIT ETRE OFFERT A L'ABRI DE L'HUMIDITE — La proportion de sel détermine le niveau d'ingestion du mélange.
	BLOC A LECHER (80 à 85 p. 100 de M.S. - 0,80 UF — 200 à 250 g MAT/kg brut) à base de céréales, de mélasse, d'urée (5 à 6 p. 100) et de minéraux (généralement).	— Apport dans un distributeur spécial, généralement — Pour atteindre 20 g d'urée par 100 kg de P.V., les animaux doivent ingérer au minimum de 1 kg (génisses 1 an) à 2 kg (génisses 2 ans ou gros bovins) de ce bloc par jour. En revanche, la consommation ne doit pas excéder 3 kg par jour.	— Permet de réduire l'apport de céréales de 1 kg par 1,2 kg de bloc consommé. — Au-dessus de 3 kg par jour, on notera une diminution de la consommation de paille (phénomène de substitution).

Cannes de maïs

Elles ont une valeur énergétique et azotée plus élevée que les pailles (p. 70 et tableau 2). Ensilées dans de bonnes conditions (hachage fin, tassement important et absence de terre) et correctement complémentées (azote, minéraux et vitamines), les cannes de maïs sont ingérées à raison de 1,5 kg de M.S. environ par 100 kg de poids vif, lorsqu'elles sont distribuées comme seul fourrage à des Bovins.

Les quantités complémentaires de céréales peuvent donc être plus faibles que celles prévues dans les rations à base de pailles présentées dans le tableau VII, à condition de ne pas modifier l'apport azoté total ; pratiquement :

- pour les génisses, la quantité de céréales peut être réduite de 1 kg et celle de tourteaux accrue de 200 g ;

- pour les vaches, cela revient à supprimer l'apport de céréales et à accroître celui des tourteaux de 0,5 kg, y compris pour celles recevant une complémentation à base d'urée.

La complémentation minérale est elle aussi à modifier par rapport aux rations de paille compte tenu de la réduction de l'apport de céréales, qui sont riches en phosphore. Avec les ''cannes'' de maïs, il est nécessaire d'utiliser un composé minéral de type 14-14 avec oligo-éléments, l'indispensable apport vitaminique étant identique à celui effectué avec les pailles.

La forme de récolte la plus simple des ''cannes'' de maïs reste évidemment le pâturage lorsque les conditions climatiques et la portance des sols s'y prêtent. Cependant, la valeur de ce pâturage diminue dans le temps, à mesure que les animaux consomment les épis perdus lors de la récolte, les feuilles et les spathes. La même complémentation qu'avec les ''cannes'' ensilées reste indispensable.

PLANS DE RATIONNEMENT

Bovins

En année normale, c'est au pâturage que les animaux d'élevage effectuent l'essentiel de leur croissance, plus particulièrement au printemps et pendant la première moitié de l'été. Ils auront certainement pris un retard important cet été et leur croît total pour l'année sera faible. La sous-alimentation prolongée risque de réduire le format de certaines génisses à la première mise-bas, et même à l'âge adulte (notamment chez les génisses laitières les plus restreintes).

En raison de la sécheresse on peut déjà s'attendre à des taux de gestation inférieurs à la normale dans les troupeaux de vaches nourrices sous-alimentés au cours de la période de saillie. Si elle se prolonge et s'accentue, la restriction alimentaire pourrait même réduire le poids des veaux à la naissance, voire leur vitalité. Sauf conditions de pâturage exceptionnellement favorables dans les prochains mois, les vaches risquent d'être souvent en état fort médiocre au début de l'hivernage ; elles disposeront de moins de réserves corporelles et elles ne pourront donc pas être plus sous-alimentées qu'en année normale pendant l'hiver, alors que les réserves fourragères seront beaucoup plus faibles.

Des rations à base de paille, seule ou en association avec de petites quantités de foin et d'ensilages, sont présentées dans le tableau VII. Elles doivent être considérées comme un apport alimentaire minimum et incompressible. En effet elles ne couvrent que 80 % des besoins énergétiques et azotés des vaches allaitantes et supposent que celles-ci ont assez de réserves corporelles à mobiliser au profit de la croissance de leur foetus, puis de leur production laitière pendant un maximum de 2 mois de lactation hivernale. Une réduction plus importante des apports alimentaires compromettrait la campagne de saillies et de vêlages suivante. De même les rations proposées au tableau VII permettent aux animaux d'élevage d'effectuer une croissance d'environ 300 g/jour, qui apparaît comme strictement minimum si on veut leur conserver toutes leurs chances de ''récupération'' ultérieure.

Tableau VII

Exemples de rations à base de pailles de céréales pour les bovins d'élevage et les vaches allaitantes

ANIMAUX	Mâles et femelles d'élevage croissance 300 à 400 g/j		Vaches allaitantes de 600 kg (1)	
	"de un an" 250 à 300 kg	"de deux ans" 400 à 450 kg	taries gestantes	après le vêlage
I - RATIONS A BASE UNIQUEMENT DE PAILLE COMME FOURRAGE				
PAILLE - kg (à volonté)	4 à 5	6 à 7	8 à 10	8 à 10
SOURCE AZOTEE →	Protéïque ou "mixte" / Urée*	Protéïque ou "mixte" / Urée*	Protéïque ou "mixte" / Urée*	Protéïque ou "mixte"
CEREALES - kg	1,8(3) / 2,2(3)	2,0(3) / 2,5(3)	1 à 1,5 / 2,0	2
TOURTEAUX 44 - kg	0,6 / 0	0,8 / 0	0,8 / 0	1
OU MELANGE "MIXTE" (2) kg	0,7 / 0	1,0 / 0	1,0 / 0	1,2
MINERAUX Purs (10-18) avec oligo-éléments- g	80 / 80	100 / 100	150 / 150	150
II - RATIONS COMPORTANT DU FOIN OU DE L'ENSILAGE D'HERBE EN PLUS DE LA PAILLE				
PAILLE - kg (à volonté)	2 à 3	3 à 4	5 à 6	4 à 5
Type de fourrages →	Foin / Ensilage	Foin / Ensilage	Foin / Ensilage	Foin / Ensilage
FOIN - kg (0,5 UF - 50 g MAD/kg)	3 / 0	4 / 0	4 / 0	5 / 0
ENSILAGE D'HERBE kg (20 % MS , 0,6 UF et 80 g MAD/kg MS).	0 / 15	0 / 20	0 / 20	0 / 25
CEREALES kg	1,5(3) / 1,5(3)	1,5(3) / 1,5(3)	1 / 1,5	1,5 / 1,7
TOURTEAUX kg	0,3 / 0	0,3 / 0	0,5 / 0	0,5 / 0
MINERAUX purs (10-18) avec oligo-éléments g	80 / 80	100 / 100	150 / 150	150 / 150

* Urée apportée par un des moyens indiqué au tableau VI. EN cas d'utilisation de blocs à lécher à 5 p.100 d'urée, il est possible de réduire l'apport de céréales de 1 kg par 1,2 kg de bloc consommé.

(1) Si les vaches sont en état médiocre au début de l'hiver, on augmentera les apports de céréales de 0,5 kg par jour avant vêlage) et de 1 kg après vêlage.

(2) Mélange "mixte" de type (p.100) : 28 maïs-grain + 10 luzerne déshydratée + 40 tourteaux 44 + 10 urée + 12 minéraux

(3) En réduisant de 1 kg cette quantité de céréales, on ne couvrira plus que les besoins d'entretien des animaux et il faudra alors utiliser un composé minéral de type 14-14 avec oligo-éléments.

Brebis

Si les brebis ont été bien alimentées (flushing) au cours de la lutte, elles peuvent être ensuite restreintes et perdre du poids jusqu'au 90e-100e jour de gestation. En revanche, elles doivent être correctement alimentées au cours des 6-8 dernières semaines de gestation, pour subvenir aux besoins de leurs foetus ; cela d'autant qu'elles portent deux ou plusieurs foetus et qu'elles sont en moins bon état au début de cette période.

Le gain de poids au cours des 6-8 dernières semaines est un bon critère de l'état nutritionnel. Pour les brebis en bon état, il doit être au minimum de 2-3 kg si elles portent un seul foetus et au moins égal au poids de la portée (5-6 kg) pour les bessonnières. Ces valeurs doivent être accrues à 4-5 kg et 7-8 kg respectivement pour les brebis qui sont maigres à la mi-gestation. Si ces gains ne sont pas atteints, divers troubles apparaissent dans le troupeau : toxémie de gestation, agneaux mort nés, agneaux trop légers qui seront plus fragiles et exigeront un apport d'aliment supplémentaire pendant la phase d'engraissement.

Les gains de poids précédents peuvent être atteints avec des régimes à base de paille de céréales (orge-avoine) en respectant les conditions de complémentation azotée, minérale et vitaminique exposées précédemment pour les bovins. Des brebis d'un poids de 50 kg peuvent consommer de 800 à 900 g par jour de pailles d'orge ou d'avoine. Elles doivent recevoir en plus 300 g par jour d'un aliment concentré, contenant au moins 170 g de M.A.T. (environ 25 p. 100 de tourteaux). On peut aussi effectuer l'apport azoté par l'intermédiaire de l'urée : 300 g d'un aliment constitué de céréales, additionné de 3 p.100 d'urée ou bien 150 g de ce même aliment et 200 g de luzerne déshydratée. On peut enfin utiliser les compléments liquides à base d'urée (voir tableau VI), l'apport concentré étant alors simplement la céréale seule : les quantités ingérées sont de l'ordre de 20 à 25 g/j pour les mélanges à 12 p. 100 d'urée.

Si la prolificité du troupeau est élevée, ces apports risquent fort d'être insuffisants : il conviendra de les augmenter de 10 p. 100 si la prolificité escomptée est voisine de 1,7 agneau par brebis et de 20 p. 100 au-delà.

Après la mise bas, les quantités de paille ingérées vont augmenter et atteindre environ 1 kg par jour. La complémentation devra alors être portée au moins à 450 g d'aliment concentré ou 500 à 550 g d'un mélange luzerne déshydratée - aliment concentré. Un tel régime permettra à la brebis une production laitière suffisante pour que les agneaux aient des gains de poids de l'ordre de 200 à 250 g/j pour les simples et 150 g/j pour les doubles (300 g pour l'ensemble de la portée). Mais la mère fait alors appel à ses réserves corporelles, ce qui ne saurait être poursuivi au-delà de 6 à 8 semaines et implique donc un sevrage assez précoce des agneaux.

Afin d'améliorer ces performances et d'obtenir des agneaux plus lourds au sevrage, et donc plus faciles à élever ensuite, le foin disponible devra être réservé en priorité aux brebis en lactation, plus particulièrement aux bessonnières.

CONCLUSION

Dans ce texte, nous nous sommes limités à résumer, ou à rappeler, les connaissances disponibles (parfois limitées d'ailleurs) qui, ajoutées aux données bien connues sur les fourrages usuels, peuvent éclairer le choix des aliments auxquels il est nécessaire de faire appel pour compenser le déficit fourrager. Leur application éventuelle, notamment en ce qui concerne les plans de rationnement, devra évidemment être adaptée aux différentes situations régionales et locales. Mais, il est un principe qui reste valable en toutes circonstances : si les apports énergétiques peuvent être sensiblement restreints dans de nombreuses situations, les apports azotés, minéraux et vitaminiques doivent rester normaux et être d'autant mieux équilibrés que la ration est à base de matières premières qui elles-mêmes sont souvent plus pauvres ou plus déséquilibrées que les fourrages usuels.

Il s'agit d'organiser la lutte contre la pénurie fourragère jusqu'à la mise à l'herbe du printemps prochain. Il faut d'abord dresser, dès la fin juillet, un état des réserves actuelles et un état de ce qu'elles seront, à l'entrée de l'hivernage, dans diverses hypothèses climatiques. A partir de là, il devrait être possible, notamment : 1°) d'évaluer les quantités de céréales grains à réserver parce qu'elles constituent la source d'aliment la plus économique et la plus disponible pour pallier le déficit de fourrages ; 2°) de freiner les exportations de tous les aliments nécessaires au bétail (céréales, pulpes de betteraves et luzerne déshydratée, tourteau de colza et même foin), en distinguant le maintien nécessaire de certains engagements commerciaux des ventes spéculatives ; 3°) de promouvoir la fabrication de certains produits de substitution (urée) et d'aliments complémentaires, bien étudiés, qui seront ajoutés à la ferme, aux céréales, pailles et autres matières premières.

Pour conserver leur cheptel de femelles, les éleveurs devront acheter des quantités importantes d'aliments coûteux, alors même que leurs recettes sont, et resteront, en forte diminution. Leurs décisions d'achat seront facilitées dès qu'ils connaitront les aides financières sur lesquelles ils pourront compter. Un plan global de lutte contre la pénurie fourragère contribuerait à limiter les risques de spéculation et à redonner confiance aux éleveurs.

Pour obtenir des renseignements complémentaires, veuillez vous adresser à C. DEMARQUILLY (chapitre II), à M. JOURNET et Y. GEAY (chapitre III-A) et à A. HODEN et M. THERIEZ (chapitre III-B).

QUELQUES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANDRIEU J., 1973. Influence du gel à un stade de végétation précoce ou de températures basses durant la phase de maturation du grain sur la composition t la valeur alimentaire des ensilages de maïs Bull. Tech. CRZV Theix INRA, 12, 45-50

BROSSIER J., de la VAISSIERE P., LIENARD G., PETIT M., 1974. Systèmes de production en régions de grande culture - INRA Editions SEI.

Compte rendu de l'I.T.C.F. 1972 et 1975. Utilisation du blé pour la production de jeunes bovins. Boigneville : Essais n° 23 et 101-102

Compte rendu de l'I.T.C.F. 1973. Utilisation de céréales pour la production de jeunes bovins. Boigneville : Essai n° 25

DEMARQUILLY C., PAQUET J., ANDRIEU J., 1969. Les céréales immatures. Bull. Techn. d'Information. n° 244

DEMARQUILLY C., ANDRIEU J., 1970. Les céréales immatures. In. Fourrages etmAliments concentrés. Production et valeur alimentaire pour les ruminants. p. 85-98. La Revue de l'Elevage. 48ème numéro spécial

GEAY Y., LELONG C., MARTIN-ROSSET W. 1973. Utilisation des céréales par les jeunes bovins. In : L'utilisation des céréales (grains) dans l'alimentation des ruminants. 4èmes Journées du ''Grenier de Theix'', p. 189-218. Editeur : SEI

GEAY Y., LIENARD G., 1974. Influence du mode de présentation du maïs-grain sur sa valeur alimentaire pour l'engraissement des taurillons. Bull. Techn. CRZV Theix INRA, 15, 21-28

GUEGUEN L., 1973. La complémentation minérale des régimes à base de céréales par les ruminants. In : l'utilisation des céréales (grains) dans l'alimentation des ruminants. 4èmes Journées du ''Grenier de Theix''. p. 127-138. Editeur : SEI

HAUREZ Ph:; 1973. Les génisses et les vaches allaitantes savent tirer partie des cannes de maïs. In : Le Maïs sous toutes ses faces. p. 173-176. n° hors série de l'Elevage.

HODEN A., CROSSET-PERROTIN M., MARQUIS B., JOURNET M., 1972. Essai d'apport en libre-service d'un composé urée-minéraux-maîs-grain à des génisses d'élevage d'un an. Bull. Techn., CRZV Theix, INRA, 8, 5-13

HODEN A., 1973. Valeur alimentaire des fourrages pauvres pour les ruminants. Effet de la complémentation azotée. Bull. Techn. CRZV Theix, INRA, 12, 7-11

HODEN A., 1973. Alimentation azotée des bovins d'élevage et des troupeaux allaitants recevant des fourrages de faible valeur nutritive. In : Journées d'Information sur l'alimentation azotée des animaux. p. 123-126. Editeur : INRA

HODEN A., JOURNET M., CROSSET-PERROTIN M., 1975. Essais d'utilisation de différents types de mélanges à base d'urée offerts en complément de rations de paille à des génisses d'élevage. Bull. Techn. CRZV. Theix, INRA. 21, 17-24

HODEN A., JOURNET M., DEMARQUILLY C., GUEGUEN L., 1975. Etude de la valeur alimentaire des pulpes déshydratées. Influence de la complémentation azotée. Bull. Techn., CRZV Theix, INRA, 19, 5-13

JARRIGE R., 1974. Bases physiologiques de l'alimentation des vaches allaitantes. In : L'exploitation des troupeaux de vaches allaitantes. 6èmes Journées d'information du ''Grenier de Theix'', p. 323-345. Editeurs : INRA et ITEB

JOUANY J.P., 1975. Etude des traitements permettant d'améliorer la valeur alimentaire des fourrages pauvres (pailles) Bull. Techn. CRZV Theix, INRA, 21, 5-15

JOUANY J.P., DULPHY J.P., 1976. Le traitement des pailles à la soude et leur utilisation. L'Elevage n° 53 - Juillet

JOURNET M., CROSSET-PERROTIN M., 1970. Principaux travaux effectués à la Station de Recherches sur l'Elevage des Ruminants sur l'utilisation de l'urée en 1968 et 1969. Bull. Techn. CRZV Theix, INRA, 2 33-42

LAMAND M., 1975. Notions de digestibilité et teneurs recommandées dans la ration : prophylaxie et traitement: In : Les acquisitions récentes sur les carences en oligo-éléments du sol aux Ruminants p. 90-94. Supplément au Bull. Techn. CRZV Theix, INRA - Numéro spécial

MATRAY M., 1975. Utilisation du marc de raisin pour l'alimentation des bovins. Document ITEB

REMOND B., 1973. Utilisation des régimes riches en aliments concentrés par les vaches laitières. In : L'utilisation des céréales (grains) dans l'alimentation des Ruminants. 4èmes Journées du ''Grenier de Theix''. p. 139-155. Editeur : SEI.

ARTICLES SCIENTIFIQUES DES CHERCHEURS DU CENTRE

1975

JOURNET M., VERITE R., VIGNON B., 1975. L'azote non protéique du lait : Facteurs de variation. Revue LE LAIT (tome IV) n° 543544, mars-avril 1975, 212-223.

REMOND B., 1975. La teneur du lait de vache en nitrate. Revue LE LAIT (tome IV) n° 547, juillet-août 1975, 390-395.

JOURNET M., 1975. Urease activity and its regulation in the rumen contents of animal given NPN compounds. Xth international congresse of nutrition. KYOTO, Japan.

JOUANY J.P., 1975. Influence des protozoaires du rumen sur la digestion d'un régime de foin de graminées (ray-grass anglais). Journal of protozoology, *22*, (3) - 82 A (abstr. n°253)

GRAIN J., SENAUD J., JOUANY J.P., DE PUYTORAC P., 1975. Influence du nombre de repas sur les variations de l'effectif d'une population de Polyplastron multivesiculotum, cilié ophryoscolecidae de la panse des ruminants. Journal of protozoology, **22** (3), 62 A (abstr. n° 184).

M. THERIEZ, M. TISSIER, 1975. L'utilisation des races prolifiques. Valeur d'élevage des animaux croisés et qualité des carcasses. Journées de la recherche ovine et caprine 2-3-4 décembre 1975. p. 64-81. Ed. SPEOC 149, rue de Bercy 75 579 PARIS CEDEX 12.

MOLENAT G., BRUN J.P., BECHET G., 1975. Effets du chargement du pâturage sur la prolificité des brebis luttées en estive. Journées de la recherche ovine et caprine 2-3-4 décembre 1975. p. 416-422. Ed. SPEOC 149, rue de Bercy 75 579 PARIS CEDEX 12.

BECHET G., MOLENAT G., MAQUERE M., 1975. Conduite extensive d'un troupeau d'ovins sur les parcours du Causse du Larzac. Journées de la recherche ovine et caprine 2-3-4 décembre 1975. p. 423-429. Ed. SPEOC 149, rue de Bercy 75 579 PARIS CEDEX 12.

BARLET J.P., THERIEZ M., MOLENAT G., 1975. Prévention de l'urolithiase ovine par le chlorure d'amonium. Journées de la recherche ovine et caprine 2-3-4 décembre 1975. p. 431-443. Ed. SPEOC 149, rue de Bercy 75 579 PARIS CEDEX 12.

LOISEAU P., et BECHET G., 1975. Implications agronomiques de la sélection alimentaire exercée par les ovins sur les constituants d'une végétation pâturée. Ann. agrn., 1975, 26 (3), 289-307.

La technique de fistulation de l'oesophage et d'examen des bols alimentaires des herbivores est utilisée pour analyser la sélectivité de la pâture sur une pelouse montagnarde contenant une forte proportion de refus. La variation des préférences alimentaires pour les différents types de fourrages selon la charge, la saison et le nombre d'années de pâture, ouvrent une discussion à propos de l'amélioration des pelouses à *Nardus stricta* et de la typologie des parcours sur la base de la composition botanique.

RAYSSIGUIER Y., CARRE M., OTEGBEYE AYIGBEDE et Mme LIVIA MIRAVET - (Note présentée par M. Maurice **FONTAINE).** ENDOCRINOLOGIE - Activité du 1-25 dihydroxycholécalciférol chez le rat carencé en magnésium. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 281 (15 septembre 1975).

Une hypomagnésémie sévère chez des rats privés de vitamine D entraîne une diminution de la mobilisation osseuse du calcium après injection de 1-25 dihydroxycholécalciférol.

GAREL J.M., BARLET. Plasma immunoreactive calcitonin and parathyroid hormone levels in parturient cows. J. Endocr. 1975, 66, 299-300.

GAREL J.M., MARTIN-ROSSET W., et BARLET J.P. Plasma immunoreactive calcitonin levels in pregnant mares and newborn foals. Horm. Metab. Res. 7 (1975) 429-432.

VERDURA T., et FAYET J.C., Algunos cambios histopatologicos en la tiroides de terneros con diarrea post-natal. Rev. cubana Cienc. agric. 1975, 9-37.

BARLET J.P. (Note présentée par M. Maurice **FONTAINE**). ENDOCRINOLOGIE - Influence du 1α-hydroxycholécalciférol sur la calcémie et la phosphatémie des bovins. C.R. Acad. Sc. Paris t. 281 (17 novembre 1975)

L'injection intraveineuse de 1α-hydroxycholécalciférol provoque une augmentation significative, rapide et prolongée, de la calcémie et de la phosphatémie chez le veau, le bouvillon et la vache en lactation. Le 1α-hydroxycholécalciférol pourrait sans doute être utilisé efficacement dans la prophylaxie et la thérapeutique du syndrome vitulaire.

GAREL J.M., BARLET J.P., et KERVAN A., Metabolic effects of calcitonin in the newborn. American Journal of Physiology. vol. 229, n° 3, septembre 1975.

BARLET J.P., GAREL J.M., Influence de la somatostatine sur le taux paslmatique de calcitonine chez le veau et chez le porc. Comptes rendus des séances de la Société de Biologie. Extrait du tome 169, n° 6, 1975. p. 1476.

Chez le veau, la somatostatine n'a aucun effet significatif sur la calcitoninémie, mesurée après injection de calcium. Elle ne modifie pas non plus les taux plasmatiques de base d'insuline ou d'hormone de croissance. Chez le Porc, la somatostatine n'a aucun effet significatif sur la calcitoninémie basale.

MENDES-PEREIRA E., KUNACHOWICZ H., PION R., PRUGNAUD J. Effet du chauffage en présence ou en absence de glucose sur l'utilisation digestive et métabolique des acides aminés de la caséine. C.R. soc. Biol. 1975, 169 (6) 1511-1517.

COMBE E., DEBRAS E. Distribution of 14 C U.L. thréonine in digestive tissues and contents of the germfree rat. 5 th Intern. symposium on gnotobiology. Stockholm 1975.

ARNAL M., FERRARA M., FAUCONNEAU G. Etude de la synthèse protéique ''in vivo'' dans quelques muscles de l'agneau au cours du développement, à l'aide de la L lysine 14C. European Society Nuclear Methods in Agriculture. Cadarache, 1975.

CHAMPREDON C., PION R., BASSON W. Etude comparée du métabolisme de la méthionine, de son analogue hydroxyle et du sulfate de sodium dans le rumen de la chèvre. European Society Nuclear Methods in Agriculture. Cadarache, 1975.

MACIEJSKA M., GRIZARD J. Influence of leucine on insuline secretion and amino acid in plasma of subdiabetic rats. Abst. Congr. Gdansk. Société Polonaise de Physiologie, 1975, 1, 224.

CONGRES, COLLOQUES...

Réunion de la Nutrition Society (Edinburgh, 25 et 26 mars 1976)

Deux communications ont été présentées

B.E. ASSAN, P. THIVEND. Intestinal digestion of tropical starches by preruminant calf. Proc. Nut. Soc. **35**, 104-105 A.

G. PONCET, Elena DIMOVA, C. DARDILLAT, P. THIVEND. Measurement of flow of intestinal contents in sheep by an electromagnetic method. Proc. Nut. Soc. **35**, 107 A-108 A.

Fédération Européenne de Zootechnie, 1975. 26ème journées, Varsovie.

Deux communications ont été présentées

M. JOURNET. Utilisation des sous-produits de l'industrie sucrière en France.

M. JOURNET, B. REMOND. Facteurs physiologiques de la quantité d'aliments volontairement ingérée par les vaches laitières.

Séminaires C.E.E., 1975

Voir Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A., 1975 (22)61 et (23)65

Commission of the european communities. International working conference. "The maize crop as basic feed for beef production". Novi-Sad, Yougoslavie. 21-25 juin 1976

Quatre communications ont été présentées :

J. ANDRIEU, A. GALLAIS. Agronomic factors for the growth and the composition of the maize plant.

J. ANDRIEU. Factors influencing the composition ant the nutritive value of the ensiled total maize plant.

G. LELONG, C. MALTERRE. Ear or grain silage and combinations of maize feeds.

Y GEAY, C. MALTERRE. Nutritive value of deshydrated whole-crop maize.

Congrès d'Endocrinologie (Paris, 7 et 8 mai 1976)

J.P. BARLET, J.H. GAREL, J. LEFAIVRE et C. DARDILLAT. Régulation endocrinienne de la calcémie foetale chez la vache et la brebis.

Second International Symposium on Magnesium (Université de Montréal, 30 et 1er juin 1976)

Trois communications ont été présentées :

Y. RAYSSIGUIER et P. LARVOR. Hypomagnesemia following stimulation of lipolysis in ewes : effect of cold exposure and fasting.

L. MIRAVET, O. AYIGBEDE, CARRE M., RAYSSIGUIER Y, P. LARVOR. Lack of vitamin D action on serum calcium in magnesium deficient rats.

P. LARVOR. Magnesium humoral immunity and allergy.

RETENEZ CES DATES !

1 et 2 DECEMBRE 1976

JOURNEES DE LA RECHERCHE
OVINE ET CAPRINE

CROISSANCE, ENGRAISSEMENT ET QUALITE DES CARCASSES DES AGNEAUX ET DES CHEVREAUX

Les reproductions partielles ou complètes d'articles extraits de ce bulletin doivent être référencées avec précision
Au haut de la première page de chaque article, vous trouverez les indications de référence correspondantes.

Editions S.E.I.
C.N.R.A.
Route de St Cyr
78000 - VERSAILLES
Dépôt légal : IIIème trimestre 1976
N° C.P.P.A.P. : 573 ADEP

Prix : 15 F
Directeurs de la publication
C. MALTERRE et A. HODEN